
CARRERA:

ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO
BIOCLIMÁTICO

PROYECTO DE TESIS:

“VERIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS
BIOCLIMÁTICAS APLICADAS PARA AULAS EN
TINOGASTA-
ESTUDIO DE CASO
PROVINCIA DE CATAMARCA”



Tesista: Arq. María Gabriela Watkins
Director de Tesis: Ing. Alfredo Esteves

Índice

Introducción.....	4
Contexto y emplazamiento.....	8
Pautas y estrategias de diseño.....	13
Características del edificio.....	20
El edificio y las normas.....	28
Balance térmico.....	35
Simulación del comportamiento térmico con Simedif para Windows.....	47
Conclusiones.....	62
Agradecimientos.....	65

Índice Anexos

Anexo 1: Programación educativa Escuela Educación Especial N° 3 "Amor y Esperanza" – Planilla de locales básicos necesarios.

Anexo 2: Datos climáticos estadísticos para Tinogasta (SMN)

Anexo 3: Tabla grado-día

Anexo 4: Tabla cálculo de Transmitancia Térmica (K) de las envolventes.

Anexo 5: Datos de Transmitancia térmica Paneles autoportantes Acier

Anexo 6: Tabla cálculo Coeficiente volumétrico de pérdidas (G)

Anexo 7: Carga térmica por Muros y Techos tipo 1

Anexo 8: Carga térmica por Muros y Techos tipo 2

Anexo 9: Carga térmica por Muro tipo 3

Anexo 10: Ganancia por aberturas por conducción (vidrio simple)

Anexo 11: Ganancia por aberturas por conducción (DVH)

Anexo 12: Ganancia por aberturas por radiación

Anexo 13: Ganancia por aberturas por infiltración

Anexo 14: Ganancia por ocupantes

Anexo 15: Ganancias totales por envolventes e internas

Anexo 16: Valor admisible de coeficiente volumétrico "G" en función del volumen del edilicio

INTRODUCCIÓN:

Los proyectos de escuelas se insertan en la bastedad del territorio catamarqueño, que presenta una gran variedad de climas y situaciones geográficas. En su extensión se evidencian las 6 zonas bioambientales que establecen la Norma 11603 (IRAM, 1996) para todo el país.

Según Filippín (1999) la adaptación de tipologías a distintas localizaciones geográficas y distintos entornos sin un estudio riguroso del sitio y su disposición y la organización espacial debilita la performance ambiental y energética de cada edificio. La concepción bioclimática es la que aconseja utilizar por medio de la arquitectura los elementos favorables del clima natural con objeto de satisfacer las exigencias de confort térmico de las personas, en su habitat (Collet y Maristany, 1995).

Para comprender el “habitat escuela”, objeto de estudio de esta tesis, se deben conocer, sus características únicas que las identifican y son fundamentales para entender su comportamiento térmico. Leonardi (1997) afirma que “su utilización es intermitente, en el caso de una vivienda, se considera un factor de ocupación permanente, es decir que será necesario mantener una temperatura interior constante, mientras que en el edificio escolar, la situación es totalmente diferente, ya que en general se utilizan durante el día, cinco veces a la semana, y están cerradas durante los recesos. Están compuestas por diversidad de locales que son utilizados simultáneamente y en los cuales las exigencias de confort no son todas iguales. Las circulaciones representan entre un 15 a 20 % de la superficie del edificio, y como son poco utilizadas, no es necesario cumplir condiciones de confort estrictas. El Salón de usos múltiples o el comedor pueden servir de sala de reuniones a los habitantes de un barrio”.

El caso de un aula en cambio es particular; es la unidad “básica” de diseño, es el módulo que origina el resto, y es el lugar donde el alumno pasará la mayor parte del tiempo cuando asista a clases. Por la cantidad de personas en un mismo ambiente, su aporte interno puede ser tan importante como la ganancia solar y la renovación de aire de los locales de enseñanza debe incrementarse, para asegurar las condiciones de higiene, ventilación y evitar acumulación de bioefluentes (fundamentalmente CO₂ y H₂O) que generan olores, condensación y otros efectos no deseados. Filippín (1999) explica que para una situación de invierno, la participación de las cargas internas en un edificio de uso discontinuo y de alta densidad de ocupación, equivale a un 80 % del aporte solar, evaluación que indica la necesidad de contemplar el aspecto mencionado en el pre-diseño del edificio.

A partir de estudios ambientales en sectores de aulas de edificios escolares en la provincia de Tucumán se concluye que la mayoría de los casos analizados presentan un inadecuado comportamiento higrotérmico, lumínico y de asoleamiento, así como el comportamiento energético de la envolvente, no responde a los requerimientos mínimos establecidos por la Normativa vigente (Gonzalo et al, 2003).

La optimización de la envolvente de aulas, será la que permita un mayor ahorro en acondicionamiento térmico. Estudios de tipologías edilicias en Neuquén y Buenos Aires, comparando su respuesta energética, con el objeto de cuantificar y valorar las variables involucradas, han determinado que hay establecimientos con infra consumo energético o con registros de uso de equipos de calefacción alejados de un uso eficiente (San Juan et al, 2000).

Esteves (2003) considera que la arquitectura y el urbanismo sustentables son un desafío. Los proyectistas de edificios son personas que tienen una responsabilidad creciente sobre el

impacto sobre el medio ambiente. El desafío es grande, multidisciplinario y transdisciplinario es decir, todos estamos insertos en él, los Profesionales proyectistas deben generar proyectos más amigables con el medio ambiente.

Problema e Hipótesis:

La escuela es un importante factor de desarrollo social, en lo educativo y cultural. Constituye un acontecimiento en la vida e historia de la comunidad, siendo en muchos casos el único edificio público de la zona y suele adquirir a lo largo de su vida útil, valor histórico cultural y de identidad local, por lo cual el edificio debe ser programado, diseñado y construido con racionalidad, optimizando los recursos físicos disponibles (Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar, 1998).

Los arquitectos que proyectan edificios escolares, emplazados en cualquier sitio de la provincia de Catamarca, aparte de recurrir a su preparación académica, se basan en los Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar, que es un Instructivo del Ministerio de Educación de la Nación. Éste documento se compone de siete capítulos que desarrolla los siguientes temas: arquitectura escolar, programación arquitectónica, condiciones de habitabilidad, confort y seguridad, condiciones técnicas y constructivas, normas básicas de cumplimiento obligatorio, elementos de la documentación para la evaluación de proyectos, ejemplos de aplicación utilizando los indicadores mínimos propuestos y la caracterización de las regionales bio-ambientales que repercuten en el diseño y construcción del edificio escolar.

El Capítulo IV, establece que el valor de transmitancia térmica K no debe superar el permitido según Norma IRAM 11605. Para la determinación de éste valor se debe emplear el método y valores que figuran en Norma IRAM 11601. Los ensayos para precisar los coeficientes de conductibilidad térmica de los materiales deben basarse en Norma IRAM 11559, mientras que los de transmitancia térmica de los componentes constructivos se obtienen de Norma IRAM 11564.

Ya que las escuelas en nuestra provincia carecen de financiamiento para acondicionar los espacios, en lo que se refiere a equipos de aire acondicionado y calefacción, nos preguntamos, en cada proyecto nuevo, si son suficientes solamente las estrategias de diseño, si las aulas serán confortables para ambas estaciones y que sucede con el resto de los espacios en comparación con las aulas. Con la correcta elección de los materiales y un diseño adecuado, la mayor parte de la carga de calefacción puede ser compensada por la ganancia de calor solar. También en verano puede reducirse sensiblemente la capacidad de los equipos mecánicos de refrigeración, adoptando una adecuada aislación térmica y controlando las ganancias de calor por radiación y ventilación en los edificios (Quadri, 2008).

El edificio de la Escuela Especial N° 3, objeto de estudio del presente trabajo, es un proyecto a ejecutar en Tinogasta, en clima templado frío de alta montaña, que con un diseño ambiental consciente, busca alcanzar una mejor adecuación entre la construcción del hábitat, el entorno y sus ocupantes y la racionalización en el consumo energético.

La propuesta para el nuevo edificio de la Escuela Especial N° 3, se ajusta a los requerimientos de "Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar" mencionados anteriormente, a la programación educativa que proporciona la Dirección de Planeamiento Educativo del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología, a la Ley de discapacitados N° 24314, a Normas de seguridad e incendio y a Normas INPRES Cirsoc 103 de estructura sismorresistente.

Objetivo General:

- Validar los recursos de diseño aplicados en el desarrollo de un proyecto arquitectónico escolar empleando la verificación del cumplimiento de Normas IRAM, el balance térmico del edificio y la simulación como herramientas metodológicas.

Objetivo Específicos:

- Definir usuarios y pautas de confort para los mismos.
- Recopilar información climático-geográfica de la zona que pudiera generalizarse para tener en cuenta en futuros diseños bioclimáticos y ambientales de aulas.
- Calcular el Coeficiente de Transmitancia Térmica ($W/m^2 K$) de las envolventes para la estación crítica.
- Verificar el cumplimiento de Normas IRAM 11605 (1996) "Acondicionamiento térmico de edificios- Condiciones de habitabilidad en edificios" y norma IRAM 11604 (1990) "Acondicionamiento térmico de edificios- Ahorro de energía en calefacción"
- Realizar el balance térmico para invierno y verano y calcular la energía auxiliar para calefaccionar y enfriar.
- Obtener un modelo térmico del edificio a través de la simulación.
- Analizar el comportamiento térmico del edificio y las aulas.
- Contribuir a la elaboración de recomendaciones para aplicar en los futuros edificios que se emplacen en la misma zona climática.
- Extraer una guía orientativa, de aplicación en proyectos con criterio bio-climático.

Metodología

La propuesta de trabajo para la verificación de los criterios bioclimáticos, incluye:

- 1- Obtención del programa de necesidades, que proporciona la Dirección de Planeamiento Educativo del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología (M.C.C y T., 2007), donde se indican los locales básicos necesarios, entre los cuales figuran siete aulas de 25 m² cada una. (Anexo 1)
- 2- Recopilación e interpretación de datos climáticos del lugar, dando mención a las recomendaciones de Norma IRAM 11603, para la zona de estudio.
- 3- Definición del usuario y zona de confort.
- 4- Elaboración de climogramas de Olgway, (1963) y Givoni (1969), para corroborar las pautas de diseño bioambientales. Se obtendrán las estrategias de diseño y recursos adoptados finalmente en la definición de las aulas y del edificio en general.
- 5- Estimación del aporte solar (Qsolar) de las aberturas mediante aplicación del programa Geosol (Hernandez, 2003).
- 6- Descripción y caracterización del futuro edificio, con elementos gráficos y especificaciones técnicas.
- 7- Confección de indicadores dimensionales y morfológicos.
- 8- Aprovechamiento y dimensionamiento de la instalación solar fototérmica en base al recurso solar disponible, utilizando como herramienta el Mapa de Energías Renovables de la República Argentina (Programa MER 1.0) (Bellini et al, 2005). El

objeto de dichas instalaciones es proveer agua caliente sanitaria y climatizar la sala de estimulación sensorial.

- 9- Cálculo de la transmitancia térmica, coeficiente K , de todas las envolventes exteriores. (IRAM 1605, 1996)
- 10- Determinación de la Carga Térmica Unitaria o CTU y los distintos aportes diarios de cada elemento.
- 11- Utilización del programa de optimización de proyectos de arquitectura, basados en el balance térmico de verano e invierno (Esteves, Gelardi, 2003), para obtener el FAEP (Factor de Area Envolvente Piso) con respecto a la necesidad de calefacción, la Fracción de Ahorro Solar, el consumo de energía anual, el Coeficiente Global de Pérdidas y el Coeficiente Neto de Pérdidas y la potencia instalada necesaria. En cuanto al enfriamiento en verano se obtendrá la carga térmica de verano y la potencia instalada necesaria.
- 12- Simulación del comportamiento térmico de las aulas en comparación con los otros espacio escolares, utilizando como herramienta el software Simedif, para Windows (Larsen y Lesino, 2000) con y sin ocupantes, para dos épocas del año representativas en Junio (invierno) y Diciembre (verano).
- 13- Formulación de ajustes y optimización de variables en el proyecto.
- 14- Enunciación de una guía orientativa, al momento de encarar nuevos proyectos con criterio bio-climático.



CONTEXTO Y EMPLAZAMIENTO -----



La provincia de Catamarca integra la región semiárida de la República Argentina (Figura 1). El clima es templado continental, con precipitaciones medias anuales entre los 400 y 500 mm en el este, pero con marcada disminución hacia el oeste (Puna Cordillerana con menos de 150 mm), compensada parcialmente por nieve. Las temperaturas medias anuales son de 20°C en el este y centro. En cambio, en las regiones montañosas ubicadas al oeste, por efecto de altura el invierno es muy frío (puede alcanzar los -30° c).

Un rasgo distintivo de la geografía catamarqueña es la presencia de cadenas montañosas que delimitan numerosos valles y bolsones, confiriendo diversas áreas agroecológicas con microclimas bien definidos (Figura 2). La característica más destacada de su topografía es el relieve montañoso que se escalona ganando altura hacia el oeste. Más del 70% del territorio provincial está ocupado por montañas.

Tinogasta es un departamento de la provincia de Catamarca cuya capital del mismo nombre, se encuentra distante a 268 Km de la Capital de la provincia (Figura 1). El mismo posee una superficie de 23.582 km² y su población es de 22.570 habitantes. (Censo 2001, INDEC).

Las actividades fundamentales son agrícolas-ganaderas (Figura 2). Los principales cultivos, se realizan bajo riego sobre terrazas vecinas a los ríos o aprovechando el agua de arroyos, y son olivo, nogal, vid, hortalizas (cebolla, tomate, papa, poroto), pimiento para pimentón y alfalfa. En las áreas sin riego se concentra la ganadería extensiva, cría de vacunos, camélidos, caprinos y ovinos. (INTA, 2001)

Basándonos en la clasificación de Dauss y de García Gache (Navarro H., 2009), que contempla cuatro categorías climáticas (Climas Cálidos, Climas Templados, Climas áridos y Climas Fríos), dicho departamento presenta características correspondientes a la categoría de Climas áridos.

CLIMA

El clima de Tinogasta corresponde al Clima árido de sierras y bolsones: es un tipo de clima en el que las características topográficas del terreno inciden en gran medida en su definición. La presencia de sierras da lugar a la formación de microclimas por su orientación y diferencia de altura y produce un efecto barrera o de aislamiento que convierte a los valles en compartimientos separados, y define en ellos un clima de tipo continental. Se manifiesta una diversidad de valores térmicos en función de las alturas y originando la formación de microclimas.

Toda la región se encuentra dentro del dominio de lo que se denomina Clima Templado, y aunque está próxima al Trópico no posee variedad subtropical debido a las condiciones impuestas por la altura y la aridez reinante (Navarro H., 2009).

Las precipitaciones oscilan entre los 150 a 200 mm anuales con fuerte concentración estival (del orden del 60 al 70 %). Las lluvias son torrenciales y localizadas, con alta variabilidad y erraticidad dentro del año (Morlans, 1995)

Los valores térmicos presentan asimismo variación diaria y estacional relativamente amplia, con ocurrencia de heladas durante el otoño e invierno y vientos todo el año, siendo particularmente desecantes en primavera (Morlans, 1995)

Tinogasta pertenece a la región fitogeográfica de monte. La vegetación típica es arbustiva y subarbustiva leñosa de escaso follaje y grandes cardones. Las especies comunes son la jarilla (*Larrea diva ricata*, *Larrea cuneifolia* y *Larrea nítida*), el chañar (*Geoffroea decorticans*), el piquillín (*Condalia Microphylla*), brea (*Caercidium precox*), y el algarrobo negro (*Prosopis nigra*) en las faldas de las sierras (Morlans, 1995).

Los suelos predominantes están compuestos por arena mezclada con materiales de granulometría más gruesa y por ello son muy susceptibles a la erosión eólica. La capacidad de retención de agua de este tipo de suelos es muy baja y son de muy bajo tenor de materia orgánica. (Dr. Navarro, Catamarca Guía)

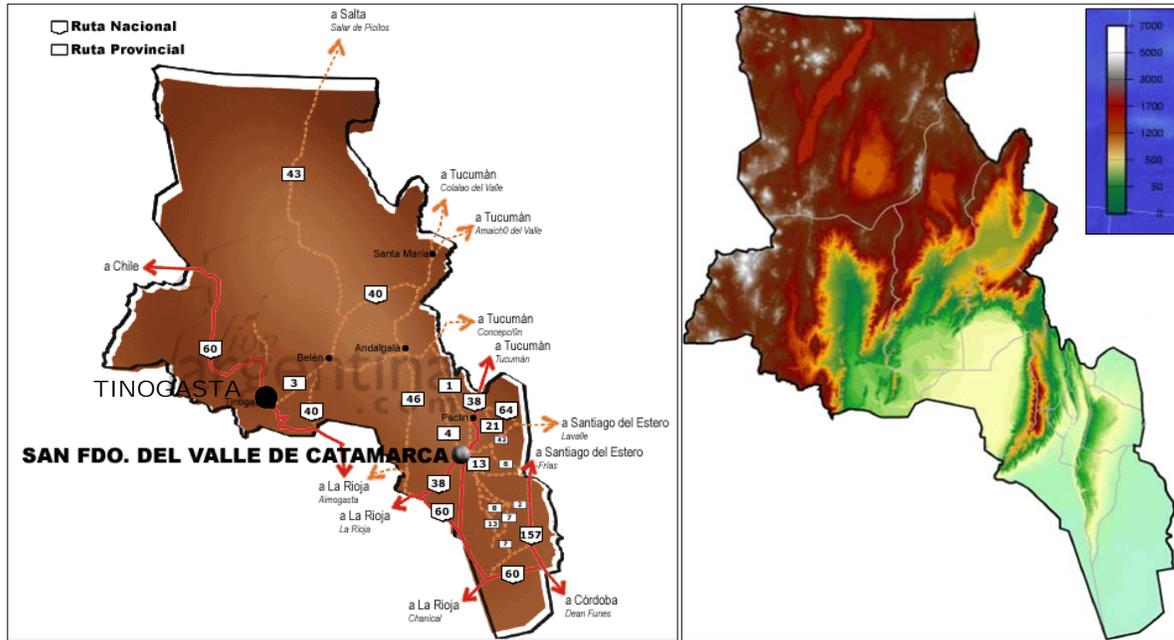


Figura 1- Localización de Tinogasta y vías de comunicación y Mapa del relieve de Catamarca



Figura 2 y 3-El paisaje típico de Tinogasta

DATOS METEOROLÓGICOS

El diseño bioclimático necesita datos que permitan analizar el clima de un sitio. Estos datos se obtienen de las "Estadísticas climatológicas" que publica el Servicio Meteorológico Nacional S.M.N.

Los valores seleccionados, a pesar que corresponden a un período de una antigüedad de 31 años (Tabla 1), son los datos más completos encontrados, pues indican temperaturas medias, máximas y mínimas (°C), humedad relativa (%), vientos (Km/h), precipitación mensual (mm), promedios de cada mes en un período de 10 años de 1971-1980 (ANEXO 1).

La frecuencia de mediciones y confiabilidad de los datos varía con la jerarquía de la estación y la disponibilidad de personal de las mismas. Las estaciones meteorológicas se encuentran en los aeropuertos y aeródromos privados o dependientes de la Fuerza Aérea Argentina, en las estaciones del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y en centros de investigación dependientes de universidades o entes públicos o privados. También se colectan datos de manera esporádica con estaciones meteorológicas no permanentes.

El ANEXO 1 contiene los datos estadísticos para Tinogasta para el período considerado. La Tabla 1 indica los valores anuales (VA) y los correspondientes a los meses de Diciembre y Junio.

VA	Temperatura media máxima	27,5 °C
	Temperatura media mínima	8.9 °C
	Temperatura media	18,3 °C
	Radiación solar media anual s/superficie horizontal	24 MJ/m ²
	Humedad relativa	58 %
	Precipitaciones	183 mm
	Temperatura mínima media de Junio	-0,4 °C
	Temperatura media de Junio	10,7 °C
	Temperatura máxima media de Junio	20,6 °C
	Amplitud térmica en invierno	21 °C
	Velocidad media del viento en Junio	12 Km/h
	Precipitaciones en Junio	1 mm
	Radiación solar media Junio sobre superficie horizontal	13,94MJ/m ²
	Temperatura máxima media de Diciembre	33,4 °C
	Temperatura mínima media de Diciembre	16,5 °C
	Temperatura media de Diciembre	24,8 °C
	Amplitud térmica en verano	16,9°C
	Velocidad media del viento en Diciembre	14 Km/h
	Precipitaciones en Diciembre	24 mm
	Radiación solar media Diciembre s/ superficie horizontal	32,86MJ/m ²
	Grado-día de calefacción base 18°C	936,7
	Grado-día de enfriamiento base 25°C	606,15

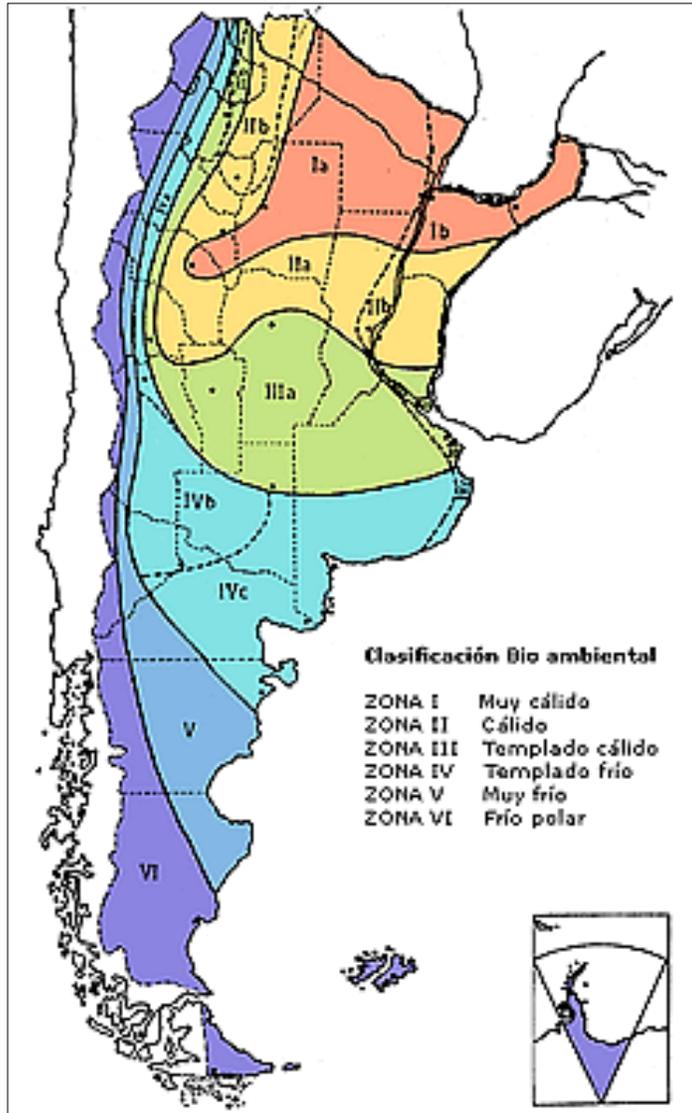
Tabla 1- (SMN, 1971-1980) resume las variables climáticas de la localidad de Tinogasta: (latitud:- 28.06, longitud: 67.57 y altura sobre el nivel del mar: 1201 mts)

A partir del análisis de los datos estadísticos meteorológicos para Tinogasta, se deduce que la estación fría es la más rigurosa, con temperaturas mínimas media bajo cero, en el mes de Junio y Julio, que son importantes las amplitudes térmicas, especialmente en invierno, y que las lluvias son escasas y se producen en verano, en el mes de Enero, más específicamente.

ZONA BIOAMBIENTAL DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO

Una descripción general de los climas lo dan las clasificaciones bioclimáticas o bioambientales. En la Argentina contamos con la Norma IRAM 11 603 que divide al país “bioclimáticamente” en regiones (Czajkowski, Gómez, 1994).

Las zonas bioambientales se delimitan según se muestra en la Figura 4:

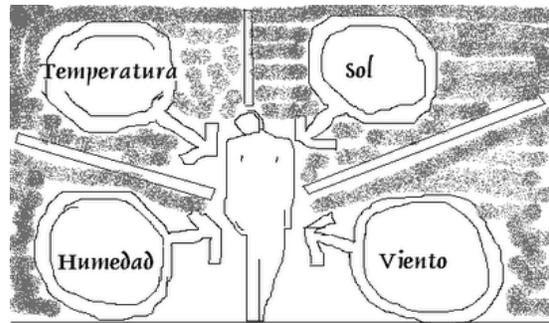


El edificio a estudiar está ubicado en la Región IVa (templado frío) de la Norma IRAM 11603, que presenta las siguientes características:

El período estival no es riguroso, con temperaturas máximas promedio que no superan los 30°C. Los inviernos son fríos, con valores medios entre 4°C y 8°C, y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores inferiores a 0°C.

Las tensiones de vapor, alcanzan en verano sus máximos valores, no superando los valores medios los 1333 Pa (10 mm Hg).

Figura 4- Clasificación Bioambiental –Norma IRAM 11603



PAUTAS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO -----

DEFINICIÓN DE USUARIOS Y PAUTAS DE CONFORT

La institución proyectada se destina a la educación de niños, jóvenes y adultos, con problemática mental (leve y moderada), física: sensorial (ciego, sordo) y motora, es decir, capacidades especiales. Actualmente funciona en un edificio alquilado por el Ministerio de educación, de 8 a 12,20 horas, e imparte Nivel EGB1 en dos grupos de 4 alumnos, uno de integración, transitorio y otro de discapacidad permanente. Cuenta también con la Sección Integrados de EGB 1 y 2, de igual número de alumnos y la Organización no Graduada, distribuida en dos grupos de seis integrantes, cuyas edades oscilan desde los 12 a 16 años. En síntesis el rango de ocupación por aula, varía de 4 a 6 personas (situación año base 2007).

Leonardi (1997), recomienda 20°C para locales de enseñanza y talleres, para salón-comedor 18°C y 16°C en circulaciones. Las fluctuaciones admisibles pueden ir de 17,5°C a 26°C. En los gimnasios la sensación de confort se puede lograr con 17°C.

Si se dispone de datos de temperatura y humedad, que son los que están íntimamente ligados al confort humano, se puede determinar las estrategias generales de diseño a través de dos métodos (Collet y Maristany, 1995).

En ambos diagramas, se establece una zona de confort que se extiende entre los 18° y 25°C y los 20 y 60 % HR, pero se puede ampliar esta zona, si se acondiciona selectivamente el local de estudio. Es decir, donde una persona media no experimente sensación de incomodidad (Filippin, 2005).

Ya que una escuela es de uso intermitente, es muy útil el uso de bioclimogramas pues se evalúa su comportamiento térmico en los meses y horarios que efectivamente hay actividad escolar, además de orientar al proyectista, en cuanto a los recursos de diseño a aplicar.

BIOCLIMOGRAMA DE OLGYAY

El bioclimograma de Olgay (1963) para espacios exteriores, propone un sistema basado en establecer una zona de confort térmico relacionada a la temperatura del aire (TBS) y la humedad relativa en porcentaje (HR). La zona de confort se enmarca relacionándola con la radiación solar, el enfriamiento evaporativo, el límite donde es fundamental la sombra y el movimiento de aire para el restablecimiento de las condiciones de confort (Collet y Maristany, 1995)

Para elaborar el gráfico se trazan los valores de temperatura y humedad en el diagrama mes. Como resultado, se obtienen meses en confort, o caso contrario las estrategias adecuadas para alcanzarlo.

Para los valores de temperatura y humedad del lugar de emplazamiento, el bioclimograma recomienda radiación solar para los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, mientras que Enero se encuentra al límite del confort ideal, necesitando para alcanzarlo, el movimiento del aire. Las condiciones exteriores de Octubre, Noviembre, Diciembre, Febrero y Marzo permanecen dentro del área de bienestar, Figura 5.

- MESES:**
- 1-ENERO
 - 2-FEBRERO
 - 3-MARZO
 - 4-ABRIL
 - 5-MAYO
 - 6-JUNIO
 - 7-JULIO
 - 8-AGOSTO
 - 9-SEPTIEMBRE
 - 10-OCTUBRE
 - 11-NOVIEMBRE
 - 12-DICIEMBRE

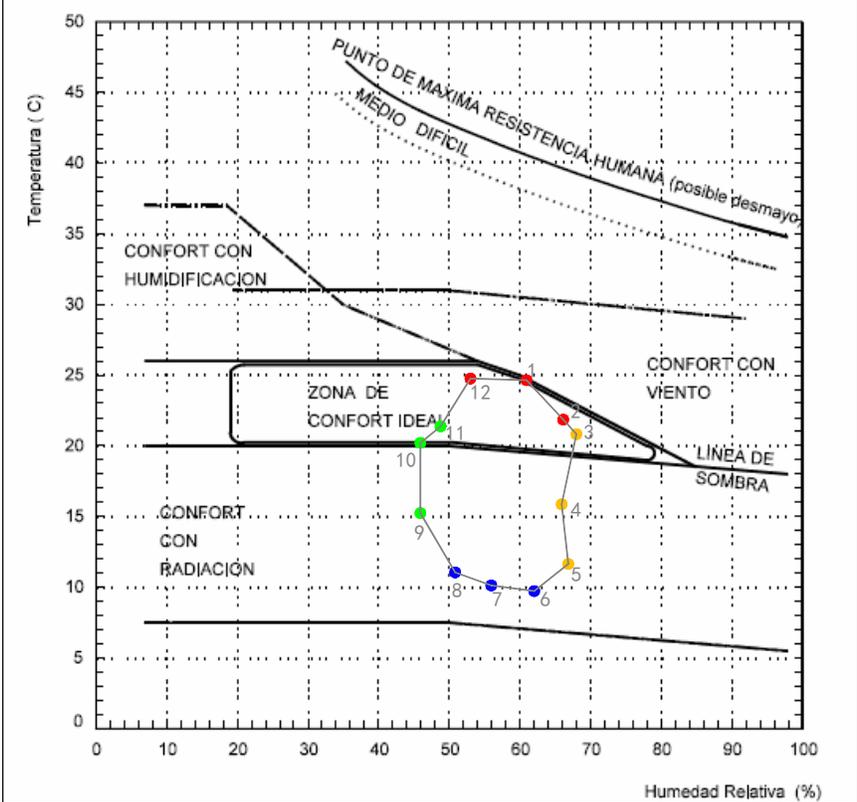


Figura 5 –Bioclimograma de Olway

BIOLIMOGRAMA DE GIVONI

Givoni (1969) propone un climograma realizado sobre un diagrama psicrometrico donde traza una zona de confort higrotérmico para invierno y verano. Luego propone otras zonas donde es posible alcanzar el confort mediante la incorporación y/o aplicación de estrategias de diseño pasivo. Fuera de estas zonas se vuelve necesario el uso de sistemas termomecánicos de acondicionamiento ambiental, sea para calefacción como para refrigeración.

El bioclimograma de Givoni relaciona entre sí, todos los elementos que caracterizan una masa de aire: temperatura del bulbo seco, temperatura del bulbo húmedo, entalpía, volumen específico, humedad relativa, humedad absoluta.

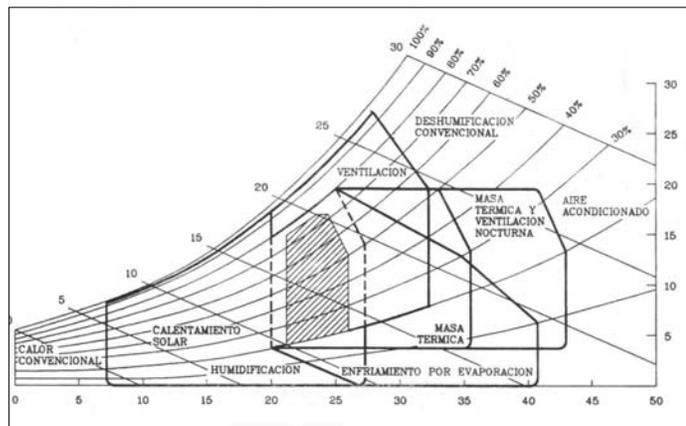


Figura 6- Bioclimograma de Givoni y estrategias para alcanzar el confort

Para su elaboración, se enlazan los valores de temperaturas media máxima con los de humedad relativa media, los de temperatura media con la humedad relativa media y la temperatura mínima media con los de humedad máxima, resultando un segmento para cada mes del año

Para Tinogasta, el diagrama nos indica que Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre requieren de aporte solar y energía auxiliar para ingresar a la zona de bienestar, sin embargo, en Diciembre, Enero, febrero, y Marzo, sólo durante el día, se precisa de inercia térmica y ventilación selectiva, al mismo efecto, Figura 6.

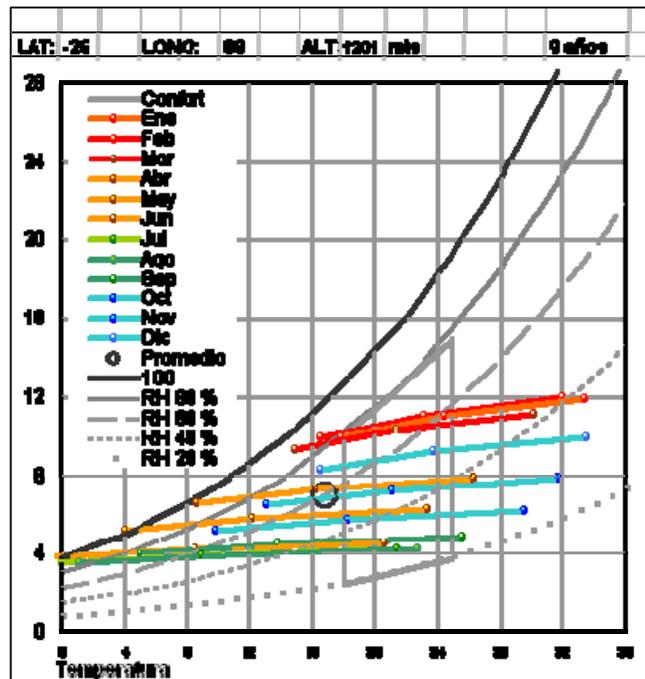


Figura 7- Bioclimograma para Tinogasta- 1201 msnm

RECOMENDACIONES DE DISEÑO SEGÚN NORMA IRAM 11.603 PARA ZONA IV

Aislación térmica: Se recomienda una muy buena aislación en toda la envolvente, sugiriendo el doble de aislación en techos respecto de muros. En las subzonas a y b que poseen las mayores amplitudes térmicas del país se agruparán los edificios favoreciendo el mejoramiento de la inercia térmica. La relación superficie vidriada superficie opaca no deberá superar el 15%.

Radiación solar: Las subzonas a y b poseen una excelente radiación solar potencial en el invierno, que deberá ser aprovechada; recomendándose no solo la ganancia directa, sino la utilización de toda captación y acumulación solar pasiva.

Orientaciones: Para latitudes superiores a 30° la orientación favorable es la N0-N-NE-E.

Ventilación: En las subzonas secas se recomienda ventilación selectiva con inercia térmica (IRAM, 1996)

En los “Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar”, en el Anexo I, también hace referencia las características regionales, y establece recomendaciones sobre el diseño y orientación de los edificios, según norma IRAM 11.603, ya mencionadas anteriormente.

Además sugiere: “...es importante que las aulas y demás locales se resuelvan en forma agrupada y se provean los recursos necesarios para el mejoramiento de la inercia térmica” (M.C.y E., 1998).

ESTRATEGIAS DE DISEÑO:

Las estrategias propuestas para recuperar las condiciones de confort, serán para invierno, es decir vinculadas a la captación, acumulación, distribución y conservación de calor en los meses fríos y se verificará el diseño para verano.

Asimismo, debido a que es un edificio escolar, no se tendrán en cuenta los valores climáticos de Enero, ya que la institución permanece cerrada. En su lugar se incluirán, los pertinentes al mes de Diciembre.

Ya que la estación fría es la más rigurosa, es recomendable entonces, conocer los niveles de irradiancia, ya que la altitud, latitud y disposición geográfica del sitio de emplazamiento, posibilita la incidencia de una importante radiación solar durante todo el año.

Para ello se ha utilizado el programa GEOSOL V.2.0 para Windows (Hernández, 2003) que permite, a través de sus cálculos, estimar valores de irradiación solar y representar la trayectoria del sol en 2D (carta solar) y 3D, posibilitando comparar las diferencias entre invierno y verano. Posee tres métodos de estimación de irradiación solar: de Page y de Hottel para días claros y de Liu-Jordan para días medios mensuales. Se ha utilizado el primer método, aplicable solamente a los días sin nubosidad, dado que la presión parcial de vapor puede calcularse a partir de la temperatura de bulbo seco y de la humedad relativa del aire; se pueden obtener datos como: horas solares de salida y puesta del sol sobre el horizonte, duración del día, declinación solar para la fecha consignada, ángulo horario, altitud y azimut solares, hora por hora, desde la salida hasta la puesta del sol, irradiación solar directa, difusa y total en MJ/m² sobre cualquier superficie especificada por el usuario. La tabla 2 muestra el los valores de irradiación solar (MJ/m²), en las envolventes verticales y horizontales.

MES MARZO	Azimut en grados	Pendiente en grados	Radiación (MJ/m ²)
Pared NE (aulas)	135	90	17.77
Pared SO (coc-pan)	309	90	10.65
Pared NO (bibliot.)	219	90	17.58
Cubierta	-	0	26.92
MES JUNIO	135	90	16.96
Pared NE (aulas)			
Pared SO (coc-pan)	309	90	3.96
Pared NO (bibliot.)	219	90	18.04
Cubierta	-	0	13.94
MES SEPTIEMBRE	135	90	17.19
Pared NE (aulas)			
Pared SO (coc-pan)	309	90	8.88
Pared NO (bibliot.)	219	90	17.26
Cubierta	-	0	23.75
MES DICIEMBRE	135	90	13.92
Pared NE (aulas)			
Pared SO (coc-pan)	309	90	16.55
Pared NO (bibliot.)	219	90	12.9
Cubierta	-	0	32.86

Tabla 2- Aporte Irradiación solar diaria en las envolventes

Estos datos serán útiles en la simulación Simedif para Windows (Flores Larsen y Lesino, 2000) y en la determinación del aporte solar para el cálculo de la Carga Térmica Unitaria.

La disponibilidad de altos niveles de irradiación solar en la región de emplazamiento, cercanos a los 14 MJ/m²día sobre plano horizontal en Junio (Tabla 2), sugiere que debemos aprovechar al máximo la energía solar, para el acondicionamiento térmico tanto en invierno como en verano (mínimas diarias) y optimizar la captación y distribución de la iluminación natural.

Se plantearon también como estrategias de diseño:

- ✓ Edificio compacto, ya que las pérdidas y ganancias de calor están directamente relacionadas con la superficie de su envolvente.
- ✓ Distribución de espacios acorde a orientaciones y necesidades de acondicionamiento de cada uno.
- ✓ Privilegiar la orientación de aulas al Noreste.
- ✓ El uso de masa térmica para captar, acumular y disipar energía en el momento requerido.
- ✓ Espacios generadores de calor orientarlos al SO y patios de ventilación.
- ✓ Una envolvente de baja permeabilidad térmica.
- ✓ Espacios adyacentes al edificio diseñados para atenuar el efecto de la temperatura sol-aire.

RECURSOS DE DISEÑO APLICADOS:

El proyecto pretende atenuar efectos climáticos, generando en el interior, un microclima controlado y apropiado, mediante una adecuada distribución y orientación de los espacios, y las aulas en particular, con elementos arquitectónicos de control solar y una conveniente resolución tecnológica-constructiva.

El edificio debe reunir determinadas características térmicas de modo de que en invierno sea capaz de captar calor durante el día y conservarlo durante la noche, mientras que de día en verano será protegido de la radiación diurna y ventilado en horas de la noche, de modo de lograr cierto grado de frescura. Para que se logre este cometido, debe satisfacerse por lo menos cuatro parámetros básicos: captación-acumulación-distribución-conservación (Quadri, 2008)

Los recursos que se implementarán en invierno serán:

1. CAPTACIÓN.

- Orientación y diseño de aberturas adecuadas. Dimensionamiento de ventanas captoras al Noreste.

2. ACUMULACIÓN.

- Aislamiento e inercia térmica: muros interiores con masa térmica como elemento acumulador.

3. DISTRIBUCIÓN.

- Por radiación. Desde muros y pisos por la utilización de todos los elementos antes mencionados.
- Por convección natural.

4. CONSERVACIÓN

- Aislamiento: Muro exterior y cubierta con aislación dimensionada y verificada para la localidad.
- Doble Vidriado Hermético (DVH) de bajo coeficiente de transmisión (SUM).
-

En verano se propone:

1. REDUCCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE.

- Incorporación de pérgola con un diseño adecuado, que permita la captación solar en invierno, pero cubre con sombra muros y aberturas en verano. Figura 8.
- Empleo de sombras en envolventes verticales. Árboles de hoja caduca.
- Salientes verticales y horizontales enmarcando aberturas en fachadas SO y SE
- Techos inclinados con aleros pronunciados sin perturbar la ganancia invernal necesaria.

2. REDUCCIÓN DE GANANCIAS POR CONVECCIÓN.

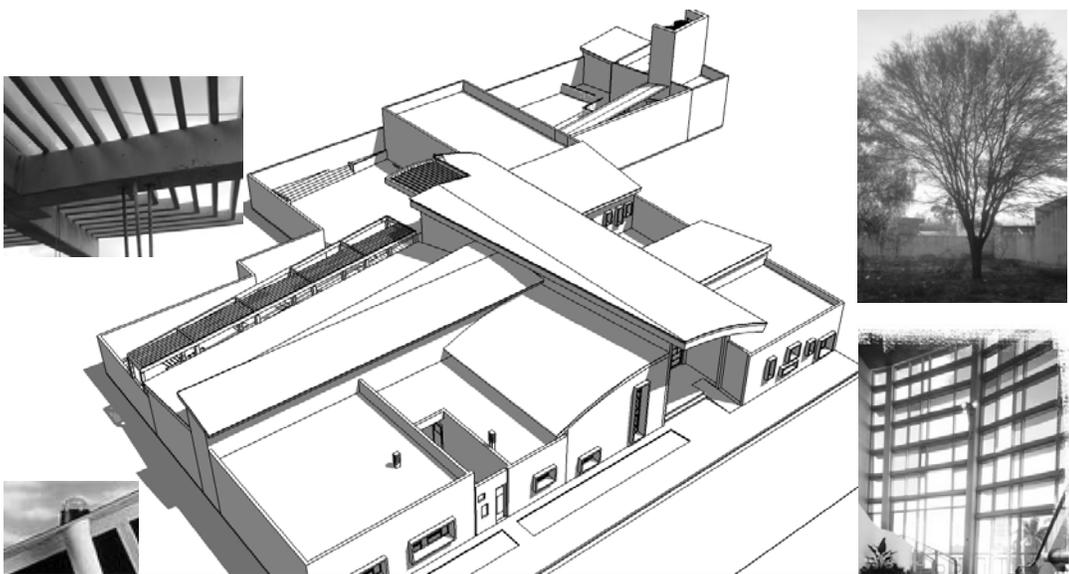
- Resistencia térmica de los muros. Retraso.
- Masa térmica al interior. Inercia térmica.

3. REDUCCIÓN DE GANANCIAS INTERNAS.

- Optimizar el empleo de la iluminación natural frente a la artificial.
- Iluminación artificial de alto rendimiento y bajo consumo.
- Ventanas altas para propiciar la termocirculación del aire.
- Colocación de extractores en panadería y cocina.



Figura 8- Imágenes de fachada NE, sector aulas en cada estación, a las 11 de la mañana.



***CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO
PROYECTADO***

La escuela actualmente funciona en una casa de alquiler y anteriormente en el terreno propio de la escuela, en un edificio de aproximadamente 88 años de antigüedad, al que posteriormente se añadieron construcciones anexas en distintas etapas.

Estas construcciones son muy variadas: desde adobe, ladrillo común, techos de chapa, losa hormigón, resultando una mixtura, mal resuelta y ejecutada con una pobre calidad constructiva.

La nueva escuela se ubicará en pleno centro de la localidad, a cinco cuadras de la plaza principal, en un entorno urbano de baja densidad y de una sola planta, Figura 9.

El terreno es irregular y entre medianeras, el proyecto ocupa unos 1200 m² cubiertos.

La licitación pública, se realizó el 13 de Agosto de 2011 y en breve se llevará a cabo su construcción.



Figura 9- Vista aérea y ubicación

PROPUESTA FORMAL Y VOLUMÉTRICA:

En un terreno irregular, y entre medianeras, se propone un edificio compacto, articulado por patios y espacios verdes.

En la morfología se enfatiza el SUM, comedor y el ingreso, por su verticalidad, uso del color y formas parabólicas. En contraposición en los muros se trabaja con tres tonos de grises, promoviendo todo el edificio la estimulación de los sentidos, a través de la combinación de formas, colores y texturas, Figura 10.



Figura 10- Imagen fachada principal, SECTOR INGRESO

PROPUESTA FUNCIONAL ESCUELA ESPECIAL N° 3:



Figura 11- Sectorización funcional del edificio

Se dividió el proyecto, en cinco sectores para una mejor comprensión del mismo, Figura 11.

Sector 1: Es el área de nivel inicial, independiente y de fácil acceso por su ubicación cercana al ingreso. A su vez la disposición de una puerta en el patio de juegos permite su integración directa al SUM, que es de uso común de todos los niveles.

Sector 2: Reúne locales pedagógicos comunes y administrativos, fácilmente reconocibles, a través de un recorrido por el SUM. Al emparentar éstas áreas, se logra un mejor control de biblioteca e informática y mayor privacidad y quietud a los locales que lo requieren.

Sector 3: Es donde se concentra la matrícula de la escuela, se ubican todas las aulas, el taller de panadería y la Sala de Estimulación Sensorial. El objetivo principal de este espacio es aprender a "reencontrar" la persona con capacidades especiales para intentar establecer con ella una relación, ya sea verbal o no, consiguiendo evoluciones altamente positivas a través de la relajación y de la estimulación multisensorial.

También se agruparán los servicios sanitarios, cocina y comedor. La panadería cumple doble función de fábrica y taller, ya que se elabora pan para vender y generar un ingreso de

dinero extra a la escuela, y también como espacio pedagógico, donde se imparte teoría y práctica a los alumnos respecto a la elaboración de este producto.

La disposición de la panadería hacia la calle, posibilita la venta de los productos elaborados por el establecimiento. El taller contará con una zona de celíacos, requisito indispensable para la producción de éste producto. La cocina y panadería están vinculadas y ventilarán a un patio de servicio, dispuesto entre ambas, que además oficia de ingreso de servicio o secundario.

Sector 4: En el extremo más alejado del terreno, se situarán las instalaciones que generan más ruido, tal como sala de bombeo y taller de carpintería, así como un depósito general, que podrá también ser utilizado para guardar elementos y herramientas de la huerta. Dicho sector por ser independiente al volumen edilicio principal, no se simuló con Simedif.

Sector 5: Son todas las áreas comunes de expansión. En interior, el SUM y al exterior los patios de formación. El SUM acompaña al eje principal, organiza los sectores y es atravesado por ejes secundarios, que son las circulaciones a ambos lados. El patio de formación tendrá lugares para el desarrollo de actividades, deportivas, de juego y recreación. Los servicios sanitarios se distribuyen por niveles educativos, constan de baños para docentes, de servicio y para discapacitados.

CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO PROYECTADO:

Los espacios a simular poseerán un muro exterior de tres capas, de 40 cm. de espesor, con aislación térmica de 5 cm de poliestireno expandido, la cara exterior de ladrillo común (cuyas medidas son 5.5x12.5x25.5 cm) y del lado interior de bloques de suelo cemento comprimido (cuyas medidas son 10x14x29 cm). Los divisorios interiores serán también de bloques de suelo cemento de iguales dimensiones. El cierre superior de la circulación (PASO1), por arriba de viga superior de hormigón armado (HºAº), se materializará con ladrillón (cuyas medidas son 8X17X30 cm). La decisión de “alivianar” carga es por el tipo de zona sísmica 2 (moderada), a la que pertenece la provincia de Catamarca.

Las terminaciones serán de revoque completo en interior (2.5 cm) y el exterior será revoque grueso (2 cm) y revestimiento plástico (0.5 cm), terminación fino llaneado, en tonos de grises.

Los laterales del SUM, desde viga intermedia, se revestirán con paneles autoportantes metálicos con aislación térmica de poliuretano (0.5 cm).

En los techos inclinados y curvados la cubierta será de chapa galvanizada trapezoidal prepintada color gris pizarra N° 25, con aislación térmica de lana de vidrio c/aluminio 75 mm de espesor.

En cocina, panadería y sus anexos, biblioteca, gabinetes, sala de música de nivel inicial, taller de carpintería y sala de bombeo, se construirán losas de HºAº, con aislación térmica de 7 cm de poliestireno expandido alta densidad, igual que para el apoyo de tanques elevados, pero sin aislación.

Las puertas interiores serán marco chapa doblada y puerta doble MDF laminado con o sin visor según el local. Al exterior tanto puertas como ventanas serán de aluminio prepintado gris, línea Módena de Aluar, excepto algunas de chapa doblada, indicadas en la documentación técnica.

Se colocarán vidrios laminados 3+3 mm con film de color en algunas aberturas y en la fachada oeste, e incoloros en el resto de las aberturas. Mientras que en el SUM la composición del doble vidriado hermético (DVH) a utilizar será la siguiente: PVB 0.76 mm 3+3/9/3+3 incoloro, es decir laminado color al exterior, cámara de aire y laminado incoloro al interior.

Los pisos interiores serán de mosaicos graníticos compacto grano fino pulido 30 x 30 cm color Torino, se utilizará mortero de asiento (2 cm) y contrapiso de 10 cm. Al exterior se trabaja de la misma manera pero con otro material, loseta rústica símil laja 40 x 40 cm, como fondo, y mosaico calcáreo para vereda 20 x 20 cm, en varas o panes, color amarillo.

La sala de estimulación sensorial, tendrá piso flotante melamínico de alto tránsito y zócalos de madera de igual terminación.

Los revestimientos de los sanitarios, cocina, panadería, leudado, sector celíacos, bachas de aula JIN, serán de cerámicos blancos 20 x 20 cm y las mesadas se ejecutarán con granito gris mara.

Los cielorrasos serán aplicados a la cal cuando la losa quede a la vista, en cocina, taller de carpintería, sala de bombeo, depósito, leudado y de placa de durlock junta tomada en la mayoría de los locales. Esta propuesta responde a la idea de unificar alturas y no visualizar vigas.

En la cubierta parabólica del SUM y galería, el cielorraso se resolverá con cielo lineal en aluzinc, tipo Hunter Douglas, contracurvo o recto en galería.

El edificio contará con provisión de agua fría y caliente provista por termotanques eléctricos, llevará cañería termofusión y las descargas serán con válvula automática en sanitarios de alumnos. Tendrá desagües pluviales, instalación de gas a granel para los artefactos de cocina y panadería, instalación de servicios contra incendio, instalación de red de datos informática, instalación de central telefónica, e instalación solar -térmica.

Los sanitarios de alumnos, la sala de estimulación sensorial, así como el baño de servicio y los de discapacitados estarán provistos de equipos Solatube o luminoductos, para brindar iluminación y ventilación natural. Tanto la cocina como la panadería tendrán extractores, colocados en el muro hacia el patio de servicio.

INSTALACIÓN SOLAR -TÉRMICA

Dicha instalación consiste en el aprovechamiento térmico de la energía solar, a través colectores solares plano, que proveerán agua caliente sanitaria y climatizarán la sala de estimulación sensorial, por medio de suelo o losa radiante.

Para el cálculo de los paneles, se empleó el Mapa de Energías Renovables de la República Argentina (PROGRAMA MER 1.0). El mismo trabaja bajo entorno Windows, utilizando Visual Basic 6.0 como soporte. Permite hacer un mapeo del recurso solar y eólico y también posee la opción de realizaren cualquier parte del país un dimensionamiento de instalaciones fotovoltaicas y térmicas; constituye una herramienta de acceso ordenado a la información existente sobre el recurso eólico y solar a cualquier persona. Cada estación meteorológica consiste en un punto en el mapa, cuyos datos geográficos que aparecen en pantalla son: localidad, latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar, recurso solar (Media mensual y anual de radiación solar global).

También ofrece la posibilidad de expresar los datos en distintas unidades. Todos los cálculos del dimensionamiento del sistema fotovoltaico se realizan suponiendo que los paneles miran al norte, es decir un sistema ideal (Bellini et al, 2005).

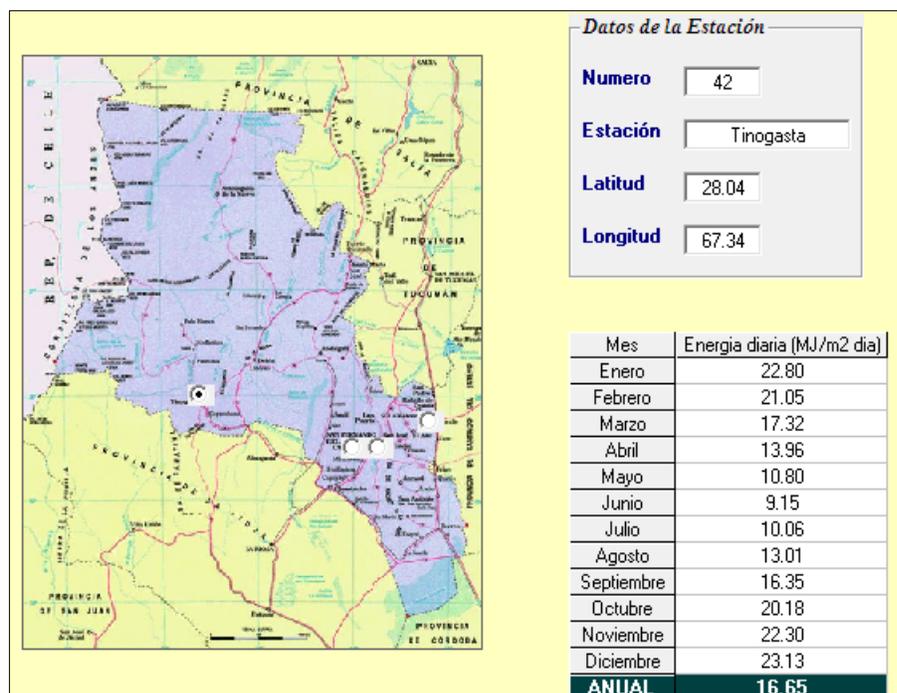


Figura 12- Mapa de Energías Renovables de la República Argentina. Estación Tinogasta

La radiación solar media anual que recibe una superficie horizontal en Tinogasta, es significativa de 16.65 MJ/m², equivalente a 4,63 Kwh/m² día promedio anual (Figura 12). Para el mes más crítico en invierno, el mes de Junio, con temperaturas que pueden llegar a -9 °C, la radiación que recibe un colector es de 13,31 MJ/m², cubriendo 85 % de la demanda del mes calculado (Junio), es decir 3,69 Kwh/m² día, esto demuestra un excelente rendimiento de las instalaciones solares-térmicas (Tabla 3)

Mes	PH(MJ/m2 día)	KT	KD	HORAS SOL	PI(MJ/m2 día)	Tª MEDIA	% SOLA
Enero	22.80	0.53	0.43	13.56	18.95	25.40	1.28
Febrero	21.05	0.53	0.42	12.93	19.02	24.00	1.26
Marzo	17.32	0.50	0.42	12.14	17.66	22.40	1.21
Abril	13.96	0.50	0.41	11.31	16.50	18.10	1.11
Mayo	10.80	0.48	0.41	10.62	14.59	13.20	0.96
Junio	9.15	0.46	0.41	10.26	13.31	9.40	0.85
Julio	10.06	0.48	0.40	10.41	14.26	9.70	0.90
Agosto	13.01	0.52	0.39	11.00	16.46	12.90	1.03
Septiembre	16.35	0.52	0.40	11.79	17.77	15.10	1.11
Octubre	20.18	0.54	0.40	12.62	19.10	21.00	1.23
Noviembre	22.30	0.54	0.42	13.36	19.00	23.70	1.26
Diciembre	23.13	0.53	0.43	13.74	18.81	25.70	1.28

Datos de entrada

Temperatura de agua deseada (°C): 55 $K_o = TA = (\text{Perdidas óticas})$: 0.76
 Litros por persona a calentar (Lts.): 20 $K_p = U = (\text{Perdidas térmicas})$: 6.5
 Cantidad de personas: 10 Área de colectores (m2): 6
 Inclinación del colector (Grados): 38
 Albedo: 0.2

Tabla 3- Cálculo de paneles para pre- calentamiento de agua (10 artefactos)

El agua caliente entonces, será suministrada por los 6 m² de colectores solares tipo planos, orientados al norte para la mejor captación en invierno, con una tolerancia de 20° e inclinados con un ángulo igual a la latitud del lugar más 10°. En el caso de Tinogasta 28°+ 10= 38°.

La determinación del período de máximo consumo y el caudal de agua necesario no es fácil de hacer con precisión. Las escuelas son edificios de uso intermitente y los consumos de agua caliente pueden variar en función de la cantidad de alumnos, la cual es diferente cada año, por ello se consideran estimativos. Puede adoptarse como valor de referencia las capacidades, para estimar el tamaño, de los tanques intermediarios de agua caliente. En edificios públicos, el cálculo se efectúa en base a 20 lts, por cada canilla o artefacto provisto por el mismo. (Quadri, 1995). Se prevé que alimente unas diez (10) griferías distribuidas en cocina, panadería, sector celíaco, baño de servicio y discapacitados.

El tanque de almacenamiento también debe posibilitar cierta cantidad de agua caliente de reserva, para regular el consumo en casos de dificultad de captación solar.

El agua caliente (55°) proveniente de los colectores se almacenará en dos tanques acumuladores de 240 lts. cada uno, conectados en serie. A partir de ellos se generarán dos circuitos alternativos, la alimentación al termotanque eléctrico y al suelo radiante.

El agua precalentada proveniente del tanque acumulador solar se almacenará en un termotanque eléctrico que actuará como complemento en época invernal.

Se empleará el sistema de circulación por termosifón, donde el tanque acumulador se ubicará por encima del colector. Para ello se ha diseñado un espacio técnico próximo a la sala multisensorial y a los colectores solares (Figura 13).

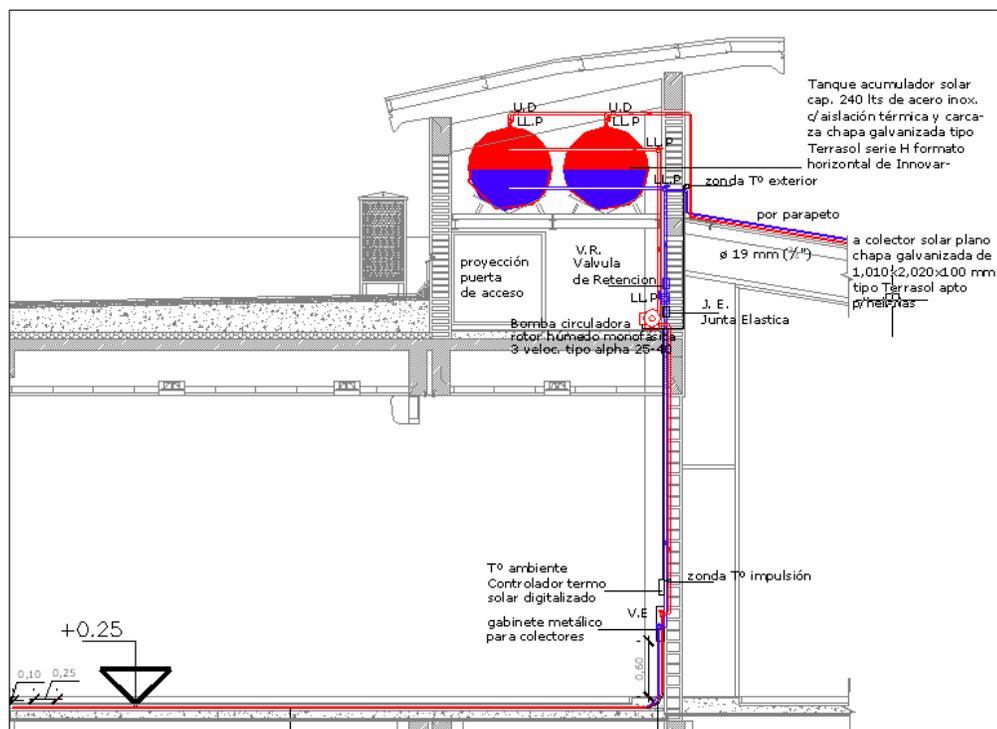


Figura 13- Corte por sala de estimulación sensorial y Tanques acumuladores.

INDICADORES DIMENSIONALES Y MORFOLÓGICOS:

La forma de un edificio interviene de manera directa en el aprovechamiento climático del entorno, esto a través de la superficie y el volumen. Con relación a la superficie, por los intercambios de calor entre el exterior y el interior de un edificio, a mayor superficie más capacidad para intercambiar calor entre exterior e interior. El factor de forma (FF) de un edificio se computa como la superficie de envolvente en relación al volumen encerrado en dicha superficie. Para climas fríos conviene un pequeño factor de forma entre 0,5 y 0,8, m^{-1} mientras que para climas cálidos conviene uno superior al 1,2 m^{-1} .

El índice de compacidad (IC) es la relación numérica entre el perímetro de la envolvente y el desarrollo que ocuparía si la planta fuese circular. El valor máximo de compacidad es 100 y cuanto más próximo a este número, mayor compacidad se tiene.

El Factor de Área Envolvente/Piso (FAEP), se calcula como la superficie de envolvente dividido por la superficie cubierta. El FAEP indica la cantidad de superficie necesaria para “envolver” a la superficie cubierta por m^2 . Su valor eficiente está alrededor de 2 (valor para la semiesfera), pero en edificios más grandes puede disminuir por debajo de 1 m^2/m^2 . Un valor mayor de 3 nos indica que el edificio está alejado de una forma eficiente desde el punto de vista de la conservación de energía y que ese edificio será costoso en materiales utilizados en la envolvente (estructura, materiales aislantes térmicos y revestimientos) y por lo tanto será un edificio caro (Esteves y Gelardi, 2003).

Perímetro(m)	Área (m ²)	Volumen(m ³)	Envolvente (m ²)			Ic	Ff	Faep
			Vertical	Pisos	Techos			
184,72	1218,73	4376,35				70 %	0.52	2,2
			1152,48	999,35	1101,36			

Tabla 4, Ic: Índice compacidad, Ff: Factor de forma, Faep: Factor de área envolvente/piso.-

El edificio muestra un buen Índice de compacidad (Ic) 70%, un bajo factor de forma (Ff) de 0,52 m^{-1} , un alto factor de exposición (Fe) de 1.44, y un factor área envolvente/piso (Faep) de 2,2 m^2/m^2 (Tabla 4). En resumen estos indicadores demuestran que el edificio para la futura escuela posee una forma energéticamente eficiente.



EL EDIFICIO PROYECTADO Y LAS NORMAS

La organización actualmente denominada Instituto Argentino de Normalización y Certificación fue fundada el 2 de mayo de 1935. El nombre original era Instituto Argentino de Racionalización de Materiales y su sigla, alterada para evitar la cacofonía al pronunciar sus iniciales (IARM), quedó en IRAM.

Cronológicamente es el primer organismo de normalización de América Latina. Le siguieron UNIT, de Uruguay, en 1939; y ABNT, de Brasil, en 1940

Cuatro son las áreas de actividades técnicas del IRAM:

- Normalización
- Certificación
- Formación de Recursos Humanos
- Centro de Documentación

Las tareas de normalización están a cargo de los profesionales de la Dirección de Normalización. Las normas IRAM se estudian en organismos técnicos denominados comités, subcomités, comisiones y grupos de trabajo.

La normativa técnica vigente, tanto a nivel nacional como internacional está en permanente proceso de ajuste adecuándose a los avances en el conocimiento acerca del confort humano, de los principios físicos de intercambio de calor y humedad, de nuevas técnicas constructivas, materiales y de la concientización de los usuarios sobre la necesidad de reducir sustancialmente los consumos energéticos en la edificación sin detrimento de la calidad ambiental de los espacios interiores.

Posee varias normas referidas a la transferencia de calor y masa del edificio con el medio ambiente que lo rodea, estas normas se encuentran en la serie 11600. Una de la más importante es la 11605.

VERIFICACIÓN NORMA IRAM 11605 (1996) “ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS-CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN EDIFICIOS”

Tiene como fin establecer los valores máximos de transmitancia térmica aplicables a muros y techos edificios y determina, además los criterios de evaluación de puentes térmicos.

En esta Norma se citan tres niveles diferentes en grado decreciente de confort higrotérmico: A (recomendado), B (medio) y C (mínimo).

La verificación debe realizarse para condición de invierno y verano en zona bioambiental IV.

La temperatura mínima de diseño se obtiene de la diferencia de la temperatura mínima media de Tinogasta, 8.9°C (Tabla 1) menos 4,5°C= 4,4°C. Éste valor se interpola en Tabla 1 de la Norma para obtener los valores de K máximo admisible (K_{adm}), condición de invierno.

Si consideramos en Nivel C (mínima a 18 °C para el confort de invierno) se obtiene un K_{adm} para muros de 1,67 W/m²K y de 1.00 W/m²K para techos.

Si consideramos en Nivel B (mínima a 20 °C para el confort de invierno) se obtiene un K_{adm} para muros de 0.96 W/m²K y de 0.79 W/m²K para techos.

A continuación se sintetizan los indicadores térmicos de las envolventes exteriores de la Escuela Especial N° 3 ($m^2/^\circ C$) (ANEXO 4)

Pared Exterior muro doble							Pared exterior					
Re	Capas de pared						Ri	Re	Capas de pared			Ri
0.13	1	2	3	4	5	6	0.04	0.13	1	2	3	0.04
	0.022	0.438	0.007	1.429	0.438	0.022			0.022	0.198	0.022	
R:2.53							K:0.395	R:0.42				K:2.38

Cubierta sobre losa de H ^o A										Cubierta de chapa						
Re	Capas de cubierta									Ri	Re	Capas de cubierta				Ri
0.04	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0.10	0.04	1	2	3	4	0.10
	0.01	0.03	0.01	0.02	2.00	0.07	0.013	0.12	0.03			0.0001	0.14	1.74	0.04	
R:2.439										K:0.41	R:2.06					K:0.48

Se realizaron los cálculos para la transmitancia térmica, obteniendo valores de coeficiente K de cálculo para muros exteriores de $0.40 \text{ w/m}^2\text{k}$ y de $2.38 \text{ w/m}^2\text{k}$, y para techo inclinado de $0.48 \text{ w/m}^2\text{k}$ y de cubierta horizontal de $0.41 \text{ w/m}^2\text{k}$. Para los paneles autoportantes de espuma de poliuretano Acier, se utilizarán los valores indicados por el fabricante, $K 0.74 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ANEXO 5)

Para condición de invierno y una temperatura exterior de diseño de $4,4^\circ\text{C}$, verifican ambos tipos de cubierta y sólo el muro doble con aislación térmica,

Para condición de verano los valores de K admisibles se establecen según zona bioambiental (IRAM 11603) de la localidad en que se encuentra el proyecto

Si consideramos en Nivel C se obtiene un K_{adm} para muros de $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ y de $0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$ para techos.

Si consideramos en Nivel B se obtiene un K_{adm} para muros de $1,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ y de $0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$ para techos.

Para condición de verano, nuevamente verifican ambos tipos de cubierta y sólo el muro doble con aislación térmica.

VERIFICACIÓN NORMA IRAM 11604 (1990) “ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS- AHORRO DE ENERGÍA EN CALEFACCIÓN”

Esta norma es de aplicación en todas las localidades que superen los 900 grado día.

El objeto de la norma es precisar los criterios que permitan fijar las condiciones técnicas de ahorro de energía en edificios que posean equipos de calefacción.

Para una evaluación, en función del ahorro energético, del edificio hipotéticamente calefaccionado, se calcula el coeficiente volumétrico G de pérdida para el mes de Junio.

El Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor es el flujo de calor que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario.

Para dicho parámetro se considerará simultáneamente la resistencia térmica de los cerramientos componentes del edificio, la situación geográfica en sus características climáticas y las condiciones de diseño. No debe exceder el valor máximo admisible fijado en ésta norma para dar cumplimiento con el ahorro energético requerido.

$$G = \frac{K_m * S_m + K_v * S_v + K_r * S_r + K_p * P + 0.35 * n}{V}$$

$$G = \frac{1070.42 + 932.55 + 22.53 + 256.57 + 0.35 * 1}{4376.75}$$

Gcálculo=0.87 w/m³°k <Gadm 2.05 w/m³°k (VERIFICA).

Donde:

Km: la transmitancia térmica de los cerramientos opacos que lindan con el exterior (muros y techos) en W/m²K.

Sm: el área interior de los cerramientos opacos anteriores en m².

Kv: la transmitancia térmica de los cerramientos no opacos que lindan con el exterior (en muros y techos) en W/m²K.

Sv: el área interior de los cerramientos no opacos anteriores en m².

Kr: la transmitancia térmica corregida de cada uno de los elementos que componen los cerramientos opacos y no opacos que lindan con locales no calefaccionados. Siendo un factor de corrección que será igual a 0.5 para locales contiguos calefaccionados y 1 para otros casos.

Sr: el área interior de los cerramientos opacos y no opacos interiores en m².

Kp: la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos en contacto con el terreno en W/m²K.

P: el perímetro de los cerramientos anteriores, en m

V: el volumen interior del edificio en m³.

0.35: la capacidad calorífica específica (calor específico) el aire, en W/ m³.K.

n: el número de renovaciones de aire promedio por hora de la escuela hipotéticamente calefaccionada.

Las características morfológicas, tecnológicas y termo físicas descriptas definen un coeficiente volumétrico de Pérdidas (G) de 0.87 w/m³°K, el cual verifica según Norma IRAM 11604 que sugiere un valor de 2.05 W/m²K obtenido de Tabla II, (ANEXO 16) y para un volumen del edificio de 4376.75 m³.

En tabla ANEXO 6 se muestra el desarrollo de la verificación de la norma en una tabla modelo extraída de la misma.

CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA UNITARIA (CTU)

El método consiste en determinar la cantidad de energía que intercambia el edificio con el exterior, por día, a través de paredes, techos, ventanas, fundaciones (pérdidas a través de los cimientos perimetrales) e infiltraciones de aire por cada grado de diferencia de temperatura entre los valores medios diarios interior y exterior. Esta cantidad recibe el nombre de Carga Térmica Unitaria o CTU y para calcularla deben determinarse los distintos aportes diarios:

a) Paredes: $Q_p = 24 \times 3,6 \times U_p \times A_p / 1.000$ (MJ / °C · día) (1)

b) Techos: $Q_t = 24 \times 3,6 \times U_t \times A_t / 1.000$ (2)

- c) Ventanas: $Q_v = 24 \times 3,6 \times U_v \times A_v / 1.000$ (3)
d) Fundaciones: $Q_{pt} = 24 \times 3,6 \times U_{pt} \times A_{pt} / 1.000$ (4)
e) Infiltraciones: $Q_i = 24 \times R_{ah} \times R_o \times V / 1.000$ (5)

Donde U es el coeficiente global de transferencia de calor, en W/m², y A su área de transferencia, en m²; Rah es la tasa de renovaciones de aire por hora; Ro la densidad del aire a 20 °C y a la presión del lugar, en Kg/m³, y V el volumen del edificio en m³. El valor de Rah depende del tipo de carpintería empleado, oscilando entre 1 y 4 de acuerdo a su calidad. El valor de la CTU se obtiene sumando las ecuaciones anteriores: $Q_p + Q_t + Q_v + Q_{pt} + Q_i$ y se muestra en Tabla 5.

PERDIDAS De calor de la escuela	Descripción	Desarrollo w/°c	KJ/dia°C	(%)Porcentaje de participación en el total de pérdidas	
	Muro doble suelo-cemento Muro ladrillón Panel autoportante Acier TOTAL MUROS	24*3.6*Up*Ap 86.4*0.45*602.14 86.4*2.37*109.82 86.4*0.74*95.45	23411.20 22487.62 6102.69 52001.52		17.04
	Losa H° A Cubierta de chapa TOTAL TECHOS	24*3.6*Ut*Ap 86.4*0.42*503.77 86.4*0.43*597.59	18280.81 25299.57 43580.38		14.28
	CERRAMIENTOS locales colindantes – muro doble	24*3.6*Up*Y*Ap 86.4*100.13*0.50*0.45	1946.53		0.64
	Ventanas laminado 3+3 Ventanas DVH TOTAL ABERTURAS	24*3.6*Uv*Av 86.4*5.26*61.26 86.4*3.23*159.08	27840.46 47418.57 75259.03		24.65
	Perímetro	24*3.6*Upt*Apt* 86.4*184.72*1.08	22167.69		7.26
	Infiltraciones	24*Rah*Ro*V 24*1*1.05*4376.75	110294.10		36.13
		TOTAL	305249.25		100%

Tabla 5 - Carga térmica unitaria de la escuela Up, Ut, Upt: Coeficiente global de transmisión térmica en W/°C de pared, techo, perímetro y su área de transferencia, en m², Rah: es la tasa de renovaciones de aire por hora, Ro: la densidad de aire a 20°C y a presión del lugar en Kg/ m³, y V: volumen del edificio en m³.-

Luego se determina, la cantidad de energía aportada en un día por las aberturas (Tabla 6)

MES JUNIO	Azimet(°)	Pendiente(°)	Área efectiva(m2)	Radiaci (MJ/m2)	Coef. De transmisión% CTv	Coef. De transmisión% CTm	Aporte solar(Qs)
Pared NE (aulas-SUM)	135	90	79.50	16.96	0.75	0.80	808.99
Pared SO (coc-pana com-S.Mús)	309	90	68.45	18.04	0.75	0.80	740.90
Pared NO (bibliot-Gab)	219	90	51.01	13.94	0.75	0.80	426.65
TOTAL					1976.54		
DICIEMBRE							
Pared NE (aulas-SUM)	135	90	79.50	13.92	0.75	0.80	663.98
Pared SO (coc-pana com-S.Mús)	309	90	68.45	16.55	0.75	0.80	679.71
Pared NO (bibliot-Gab)	219	90	51.01	12.9	0.75	0.80	394.82
TOTAL					1738.51		

Tabla 6- Aporte Solar (Qsolar) en cada abertura escuela – Ctv: coeficiente de transmisión de vidrios, Ctm: coeficiente de transmisión de marcos.-

El CTv es un coeficiente que tiene en cuenta la disminución de la radiación solar que ingresa al edificio debida a la transmitancia propia del vidriado y su valor depende tanto del número de vidrios como de la calidad de los mismos. CTm contempla la influencia de los marcos de las ventanas (los cuales reducen la superficie vidriada disponible), siendo su valor del orden de 0,8 para los casos más usuales. H es la suma de las irradiaciones solares diarias sobre el plano de cada ventana colectora en MJ/m²día y Sv el área total de las mismas en m².

Y también las ganancias internas de calor debidas a la permanencia de personas y a los aparatos eléctricos o a gas presentes en el edificio (Tabla 7)

MES	Origen	MJ/día	Total
JUNIO	41 Personas	69.58	519.09 MJ/día
	ILUMINACIÓN	116.96	
	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO (heladeras, freezer, TV, estufas, termotanque, y computadoras)	161	
	EQUIPAMIENTO A GAS (cocina, anafe, horno pizzero, horno rotativo)	171.55	
DICIEMBRE	41 Personas	69.58	464.48 MJ/día
	ILUMINACIÓN	116.96	
	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO (heladeras, freezer, Televisión, termotanque y computadoras)	106.38	
	EQUIPAMIENTO A GAS (cocina, anafe, horno pizzero, horno rotativo)	171.55	

Tabla 7 – Ganancias internas promedio diaria (Qgen).

Para realizar un primer balance térmico, se deduce el Q de calefacción para Junio y de enfriamiento para Diciembre sobre una base de temperatura interior de 18°C y 25°C respectivamente.

En función de la tecnología existente, la carga térmica unitaria (CTU) ver tabla 5, el aporte solar (Qsolar) tabla 6 y las ganancias internas (Qgen) tabla 7, se realizaron los cálculos para los meses:

De **Junio**: La energía auxiliar Qh se estima en función de:

$$CTU/1000 * (Ti - To) = Qgen + Qvsolar$$

siendo To: temperatura media exterior en °C y Ti: temperatura interior de diseño

$$305.25 * (18 - 10.7) = 519.09 + 1976.54 \quad 2228.33 = 2495.63$$

Donde el Qcalef es de **267.30 MJ/día°C**

Y **Diciembre**: La energía auxiliar Qh se estima en función de:

$$CTU/1000 * (Ti - To) + Qgen + Qvsolar$$

siendo To: temperatura media exterior en °C y Ti: temperatura interior de diseño

$$305.25 * (25 - 24.9) + 464.48 + 1738.51 \quad 30.53 + 464.48 + 1738.51$$

Donde el Qenf es de **2233.51 MJ/día°C**.

Mes	Aporte solar(MJ/día)	Ganancias internas Qgen	Temp.Media ambiente(°C)	Perdida/ganancia diaria MJ/día	Energía auxiliar diaria Qh	
					MJ/día°C	W/°C
Junio	1404.44	519.09	10.7	305.25	Qcalef 267.30	3093.7
Diciembre	1738.51	464.48	24.9	305.25	Qenf 2233.51	25850.8 o 6184.4 frigorías

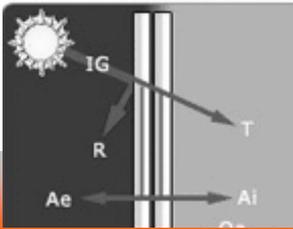
Tabla 8 - Energía auxiliar Qh requerida según CTU por la escuela para una temperatura de diseño de 18°C invierno y 25°C en verano

Finalmente se deduce la energía auxiliar diaria que se precisa para enfriar o calefaccionar, por cada grado de diferencia de temperatura interior de diseño y media exterior (Tabla 8).

En junio se precisa una potencia de 22584.01 W. Por ejemplo necesitaríamos unas 19 estufas eléctricas de cuarzo o halógenas, para mantener constante la temperatura de diseño (18°C) en algunos de los espacios interiores.

En Diciembre dicha diferencia es mínima 0,1°C, es decir utilizaríamos las 6184,44 frigorías que equivalen a tres equipos medianos de aire acondicionado si quisiéramos conservar los 25 °C en horas del día de temperaturas máximas.

Sin embargo más adelante, en el próximo Capítulo se efectuará el balance térmico de invierno y verano, a través de un programa elaborado en planilla de cálculo Microsoft Excel, y se verificarán en forma más detallada los valores anteriores.



BALANCE TÉRMICO -----



Un edificio puede ser creado para que cumpla con las necesidades de los usuarios en cuanto al confort visual y térmico, consumiendo un mínimo de energía para operar y consecuentemente tener un impacto mas reducido en el medio ambiente (Esteves y Gelardi, 2003).

El proyecto de un edificio de estas características debe ser optimizado en su forma para reducir la cantidad de material de la envolvente que es lo que lo vincula al medio ambiente. (Esteves y Gelardi, 2003).

El balance térmico de invierno/verano se calcula a través de un programa elaborado en planilla de cálculo Microsoft Excel, y creado en el Instituto de Estudios para el Medio Ambiente- IEMA Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT) Universidad de Mendoza (UM).

El programa hace uso del método de la Relación Carga Térmica/Colector - RCC (Balcomb et al., 1982) y lo combina con otro método (Quadri 1993) (Esteves y Gelardi, 2003).

BALANCE TÉRMICO DE INVIERNO PARA ESCUELA PROYECTADA

El balance térmico para la escuela proyectada consiste en conocer las pérdidas de energía ocasionadas por la mayor temperatura interior (18°C) respecto a la media exterior mes de Junio (10.7°C). Estas pérdidas deben balancearse con las ganancias de energía solar que ocurren al disponer en el edificio de sistemas solares pasivos (en este caso ganancia directa).

En la hoja de cálculo que indica “balance calefacción” se debe ingresar la localidad (Tinogasta) y los grados-día de calefacción, mientras que el programa estima la temperatura mínima de diseño invierno (Tabla 9).

Balance Térmico Invierno-Verano para Edificios Sustentables			
Localidad:	Tinogasta	Grados-día:	937
Temp. Min. Diseño:			-0.9

Tabla 9 - valores de grados-día de la localidad y la Temperatura de Diseño de Invierno

Se deben llenar los datos correspondientes al cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas (que se calcula mediante el método de Balcomb et al, (1983) (Tabla 10)

1- Calculo del CNP - Coeficiente Neto de Pérdidas					
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K)	Porcentaje	
Muro 1	590.90	0.45	265.9	10.0	%
Muro 2	106.52	2.37	252.5	9.5	%
Muro 3	89.03	0.74	65.9	2.5	%
Techo 1	503.77	0.42	211.6	8.0	%
Techo 2	597.59	0.43	257.0	9.7	%
Ventanas sur tipo 1	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Ventanas sur tipo 2	0	0.00	0.0	0.0	%
Fundaciones		0.72	229.1	8.6	%
	perim.	184.72			
	R.aislac.	0			
Infiltracion			1378.7	51.8	%
	Volumen	4376.75			
	Renov.	1	1378.7		
CNP			2660.6	100.0	%

Tabla 10 - Cálculo coeficiente Neto de Pérdidas (CNP)

El CNP permite conocer la Fracción de Ahorro Solar (FAS) que es posible llegar a alcanzar en el edificio de la Escuela Especial N° 3.

Los valores de conductancia térmica deben ser colocados por el proyectista. Se multiplica el área por el Coeficiente K de cada elemento sea muro o cubierta. La última columna de Tabla 10 expresa el porcentaje con que ese elemento participa de las pérdidas totales.

El proyectista determina el valor de resistencia térmica del aislante de las fundaciones y si no poseen aislante térmico en las mismas, se coloca 0.

El valor de Renovaciones de aire por hora que se adopta es 1, para incluir las pérdidas por infiltraciones. Esto equivale a carpinterías muy estancas con doble contacto y dos burletes, habitualmente las carpinterías de perfiles de aluminio.

La FAS es del rendimiento de los sistemas solares pasivos (Tabla 11).

3- Fracción de Ahorro Solar (FAS)			
Sólo colocar superficie del sistema elegido en la columna de superficie El total debe sumar N+NE+NO			
Ganancia Directa	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante
GD1VR0	148.1	34.7%	19.5%
GD2VR0	115.5	66.8%	29.3%
GD1VAN	0.0	74.5%	0.0%
GD2VAN	0.0	76.1%	0.0%
Muros Acumulad.	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante
MTH 1V	0.0	36.7%	0.0%
MTH 1V AN	0.0	56.8%	0.0%
MTH 2V	0.0	48.3%	0.0%
MTH 2V AN	0.0	61.2%	0.0%
MTL 2V	0.0	42.8%	0.0%
MTAd 2V	0.0	29.5%	0.0%
MA 1V	0.0	47.1%	0.0%
MA 2V	0.0	59.2%	0.0%
MA 1V AN	0.0	70.5%	0.0%
MA 2V AN	0.0	71.1%	0.0%
Invernaderos	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante
IA MM 9/3	0.0	39.2%	0.0%
IA MA 9/3	0.0	32.0%	0.0%
II MM 9/3 AN	0.0	62.6%	0.0%
II MM 9 AN	0.0	61.2%	0.0%
Total	263.6 m²		
Fracción de Ahorro Solar resultante del edificio:			48.8%
(significa que este % será el ahorrado por año).			



Ganancia Directa



Muro Trombe



Invernadero

Tabla 11 – Sistemas solares pasivo y su FAS (fracción de ahorro solar)

Una vez que se ingresa el área colectora de cada sistema elegido, como ganancia directa, muros acumuladores o invernaderos, el programa calcula la relación Carga Térmica / Colector (RCC) que es la relación entre el CNP y el área total de los sistemas solares pasivos o área colectora total (Tabla 12). Se propone ganancia directa en todas las aberturas orientadas al NE-N-NO, de vidrio simple o DVH.

2- Relación Carga Térmica/Colector	
RCC =	10.09 W/m ² .°C

Tabla 12 - Cálculo de Relación Carga térmica/Colector

Es decir, mientras mayor es el área colectora, mayor será la energía solar ganada y menor el consumo auxiliar y esto lo mide la fracción de ahorro solar. Sin embargo, se deberá evitar posibles sobrecalentamientos en épocas intermedias.

Los sistemas solares pasivos proveen en el caso que nos ocupa el 48,8% de la energía anual necesaria. El restante 50,2% deberá ser provisto por un sistema convencional (Tabla 13).

4- Calor Auxiliar Anual	
Rendimiento del artefacto de calefacción:	<input type="text" value="1"/>
QAA:	30657.08 Kwh/año
Gas envasado:	2354.0 Kg de gas envasado
Gas natural:	2833.4 m3 de gas natural
Kerosene:	3425.4 litros de kerosene
Leña:	8809.5 Kg de leña algarrobo

Tabla 13 - cálculo de energía auxiliar de calefacción

El artefacto elegido para calefaccionar, corresponde a estufas eléctricas y su rendimiento es 1.

6- Potencia de calefacción necesaria (para dimensionar estufas, radiadores, etc.)	
Potencia necesaria	<input type="text" value="55104 Kcal/hr"/>

Tabla 14 - Potencia de calefacción

Para la escuela de Educación Especial, ubicada en Tinogasta, y 934 grado-día, el coeficiente volumétrico de pérdidas (G) es de 0.80 w/m³°C, la fracción de ahorro solar alcanza 48,8% por año, y la relación carga térmica-colector es 10,9 w/m² °C que es la relación entre el CNP y el área total de los sistemas solares pasivos. Se considera que hay ganancia de radiación solar, por todas las aberturas ubicadas hacia el N-NE-NO, es decir, un área colectora de 236,6 m².

El resto, es decir el 50,2% deberá ser provisto por un sistema que se plantea como convencional (gas envasado o natural, electricidad, leña, etc). La cantidad de energía anual necesaria es entonces 36067,15 Kwh/año y corresponde a la energía utilizada para mantener la escuela a 18°C, mientras que la potencia de calefacción necesaria será de 55104 Kcal/h (Tabla 14).

Si se instalaran estufas de tiro balanceado de 4000 kcal/hr, se necesitarían al menos 13, distribuidas en los distintos locales de los 1200 m² cubiertos del establecimiento. Cabe destacar que esta potencia de calefacción es para el día más frío del año.

BALANCE TÉRMICO DE VERANO PARA ESCUELA PROYECTADA

El balance térmico de verano se refiere a las ganancias térmicas del edificio que generan acumulación de calor en su interior. La temperatura de los espacios obedece a la necesidad de mantener temperaturas de confort para las actividades que se desarrollan en la escuela. Por lo tanto las ganancias de energía deben equilibrarse con la utilización de sistemas pasivos de enfriamiento, como por ejemplo, ventilación selectiva.

El cálculo se realiza sólo para el día y hora más crítica del año y cuando la estrategia no sea suficiente, nos dará la potencia del artefacto que nos proveerá el enfriamiento necesario.

El programa separa las ganancias de calor, ya sea por envolvente (techo, muro, ventanas, infiltración y ventilación), y las ganancias internas, (personas, iluminación y equipamiento).

Las tablas 15.1, 15.2 y 15.3 muestra cómo se presenta el cálculo de la carga térmica por muros y techos.

Los materiales expresados en tabla son:

Muro1- Muro doble de ladrillo común exterior, bloque suelo cemento interior y con aislación térmica poliestireno expandido de 5 cm.

Muro 2- Muro de ladrillón revocado ambas caras.

Muro 3-Paneles autoportantes Acier metálicos con aislación térmica de poliuretano

Techo1: Losa HªA con aislación térmica de pliestireno expandido 7 cm espesor.

Techo 2: Cubierta de chapa galvanizada trapezoidal gris pizarra N° 25, con lana de vidrio con aluminio de 75 mm espesor.

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos	
Area	197.72	0.00	104.82	0.00	149.24	0.00	139.12	0.00	503.77	
Conductancia	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.42	
1-1 Energía gananda por muros y techos										
									Total	
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Muros 1	Techos 1
Horas										
0	533.8	0.0	235.8	0.0	873.1	0.0	751.2	0.0	2394.0	634.8
2	444.9	0.0	188.7	0.0	604.4	0.0	125.2	0.0	1363.2	634.8
4	355.9	0.0	141.5	0.0	335.8	0.0	125.2	0.0	958.4	634.8
6	355.9	0.0	141.5	0.0	268.6	0.0	313.0	0.0	1079.1	2115.8
8	444.9	0.0	283.0	0.0	201.5	0.0	313.0	0.0	1242.4	2115.8
10	444.9	0.0	283.0	0.0	402.9	0.0	313.0	0.0	1443.9	2115.8
12	1156.7	0.0	518.9	0.0	402.9	0.0	313.0	0.0	2391.5	2327.4
14	889.7	0.0	566.0	0.0	470.1	0.0	313.0	0.0	2238.9	3596.9
16	800.8	0.0	566.0	0.0	671.6	0.0	375.6	0.0	2414.0	4231.7
18	800.8	0.0	471.7	0.0	1007.4	0.0	563.4	0.0	2843.3	4866.4
20	800.8	0.0	424.5	0.0	1074.5	0.0	876.5	0.0	3176.3	4654.8
22	711.8	0.0	377.4	0.0	1007.4	0.0	939.1	0.0	3035.6	4443.3

Tabla 15.1 - Ganancia de calor por Muro 1 y Techo 1 (ANEXO 7)

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos
Area	0.00	0.00	48.00	0.00	4.23	0.00	54.29	0.00	597.59
Conductancia	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	0.43

1-3 Energía ganada por muros y techos

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Muros 2	Techos 2
Horas										
0	0.0	0.0	568.8	0.0	130.3	0.0	1544.0	0.0	2243.1	770.9
2	0.0	0.0	455.0	0.0	90.2	0.0	257.3	0.0	802.6	770.9
4	0.0	0.0	341.3	0.0	50.1	0.0	257.3	0.0	648.7	770.9
6	0.0	0.0	341.3	0.0	40.1	0.0	643.3	0.0	1024.7	2569.6
8	0.0	0.0	682.6	0.0	30.1	0.0	643.3	0.0	1356.0	2569.6
10	0.0	0.0	682.6	0.0	60.2	0.0	643.3	0.0	1386.0	2569.6
12	0.0	0.0	1251.4	0.0	60.2	0.0	643.3	0.0	1954.8	2826.6
14	0.0	0.0	1365.1	0.0	70.2	0.0	643.3	0.0	2078.6	4368.4
16	0.0	0.0	1365.1	0.0	100.3	0.0	772.0	0.0	2237.4	5139.3
18	0.0	0.0	1137.6	0.0	150.4	0.0	1158.0	0.0	2446.0	5910.2
20	0.0	0.0	1023.8	0.0	160.4	0.0	1801.3	0.0	2985.6	5653.2
22	0.0	0.0	910.1	0.0	150.4	0.0	1930.0	0.0	2990.5	5396.2

Tabla 15.2 - Ganancia de calor por Muro 2 y Techo 2 (ANEXO 8)

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos
Area	42.74	0.00	0.00	0.00	46.29	0.00	0.00	0.00	0.00
Conductancia	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.00

1-3 Energía ganada por muros y techos

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Muros 3	Techos 3
Horas										
0	189.8	0.0	0.0	0.0	445.3	0.1	0.0	0.0	635.1	0.0
2	158.1	0.0	0.0	0.0	308.3	0.0	0.0	0.0	466.5	0.0
4	126.5	0.0	0.0	0.0	171.3	0.0	0.0	0.0	297.8	0.0
6	126.5	0.0	0.0	0.0	137.0	0.0	0.0	0.0	263.5	0.0
8	158.1	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	260.9	0.0
10	158.1	0.0	0.0	0.0	205.5	0.0	0.0	0.0	363.7	0.0
12	411.2	0.0	0.0	0.0	205.5	0.0	0.0	0.0	616.7	0.0
14	316.3	0.0	0.0	0.0	239.8	0.0	0.0	0.0	556.1	0.0
16	284.6	0.0	0.0	0.0	342.5	0.0	0.0	0.0	627.2	0.0
18	284.6	0.0	0.0	0.0	513.8	0.0	0.0	0.0	798.5	0.0
20	284.6	0.0	0.0	0.0	548.1	0.1	0.0	0.0	832.8	0.0
22	253.0	0.0	0.0	0.0	513.8	0.1	0.0	0.0	766.9	0.0

Tabla 15.3 - Ganancia de calor por Muro 3 (ANEXO 9)

Las tablas 16.1 y 16.2 señalan el cálculo de las ganancias por conducción a través de las ventanas.

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S
Area	7.63	0.00	20.22	0.00	13.06	0.00	8.62	0.00
Conductancia	5.26	0	5.26	0	5.26	0	5.26	0.00

2-1 Area y conductancia térmica de Ventanas

2-2 Energía ganada por ventanas - por conducción T.Int.: 25 °C

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total
Horas									
0	-118.34254	0	-313.615476	0	-202.56272	0	-133.6976	0	-768.21832
2	821.2118	0	-482.664927	0	-311.75094	0	-205.76517	0	-178.96924
4	757.42113	0	-651.714379	0	-420.93916	0	-277.83274	0	-593.06515
6	714.38164	0	-765.77184	0	-494.60832	0	-326.45664	0	-872.45516
8	799.69205	0	-539.693658	0	-348.58552	0	-230.07712	0	-318.66424
10	1162.4534	0	421.6478015	0	272.34027	0	179.75292	0	2036.1944
12	1376.1138	0	987.8616272	0	638.05504	0	421.13587	0	3423.1663
14	1482.9439	0	1270.96854	0	820.91242	0	541.82734	0	4116.6522
16	1419.1532	0	1101.919088	0	711.7242	0	469.75977	0	3702.5563
18	1247.7639	0	647.7259837	0	418.36307	0	276.13244	0	2589.9854
20	1055.6233	0	138.5408887	0	89.482889	0	59.061447	0	1342.7085
22	951.86738	0	-136.419063	0	-88.112411	0	-58.15689	0	669.17902

Tabla 16.1 - Ganancia por ventana con vidrio simple (ANEXO 10)

2-1 Area y conductancia térmica de Ventanas								
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S
Area	0	0.00	59.28	0.00	37.95	0.00	59.19	0.00
Conductancia	0	0	3.45	0	3.45	0	3.45	0.00

2-2 Energía ganada por ventanas - por conducción									T.Int.:	25 °C
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total	
Horas										
0	0	0	-603.05633	0	-386.06592	0	-602.14076	0	-1591.263	
2	0	0	-928.12429	0	-594.16863	0	-926.71519	0	-2449.0081	
4	0	0	-1253.1922	0	-802.27135	0	-1251.2896	0	-3306.7532	
6	0	0	-1472.5152	0	-942.678	0	-1470.2796	0	-3885.4728	
8	0	0	-1037.7858	0	-664.37196	0	-1036.2102	0	-2738.3679	
10	0	0	810.793456	0	519.05553	0	809.56249	0	2139.4115	
12	0	0	1899.57529	0	1216.0743	0	1896.6913	0	5012.3409	
14	0	0	2443.9662	0	1564.5836	0	2440.2557	0	6448.8056	
16	0	0	2118.89824	0	1356.4809	0	2115.6813	0	5591.0604	
18	0	0	1245.52289	0	797.36157	0	1243.6319	0	3286.5164	
20	0	0	266.402542	0	170.54616	0	265.99808	0	702.94679	
22	0	0	-262.32245	0	-167.93416	0	-261.92418	0	-692.18079	

Tabla 16.2 - Ganancia por ventana con doble vidriado hermético (DVH) (ANEXO 11)

Se asignan valores de conductancia aplicables para vidrios laminados 3+3 de 5.26 w/ m²K y doble vidriado hermético (DVH) de 3.45 w/ m²K.

La tabla 17, muestra los valores de ganancia de energía por radiación solar que podría ingresar al edificio a través de las ventanas. Se consideró un índice de 0.20, equivalente a parasoles ya que todas las aberturas tienen algún tipo de protección exterior, sea pérgolas, aleros, salientes laterales de H^oA, etc.

2-3 Energía ganada por ventanas - por radiación solar									
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	
Area	7.63	0	79.5	0	51.01	0	68.45	0	
Índice por tipo de protección:									
	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total
Horas									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	548.25258	0	0	0	0	0	0	0	548.25258
8	581.96391	0	6895.62489	0	296.54664	0	509.35562	0	8283.491
10	195.17082	0	7542.66744	0	450.75089	0	604.85979	0	8793.4489
12	67.422648	0	3974.68995	0	2550.3011	0	604.85979	0	7197.2735
14	67.422648	0	702.50334	0	4839.6411	0	1750.9099	0	7360.477
16	56.776966	0	462.17325	0	4424.4758	0	5220.8951	0	10164.321
18	0	0	0	0	0	0	4918.4652	0	4918.4652
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 17- Ganancias por radiación a través de ventanas (ANEXO 12)

La tabla 18 presenta el cálculo de la ganancia de calor por infiltración de aire caliente y salida del aire fresco del interior. Esta tabla es muy útil dado que ajustando las renovaciones de aire por hora, permite simular, el ingreso de aire fresco exterior en los horarios convenientes.

3- Ganancia de calor por infiltración			
Volumen del espacio:			4376.75
Densidad relativa del aire:			1.05
Temperatura interior:			25
Energía ganada por infiltración y ventilación			
Infiltración			
Horas	RAH		
0	1		-4742.9
2	1		-7299.4
4	1		-9856.0
6	1		-11580.9
8	1		-8161.9
10	1		6376.6
12	1		14939.6
14	1		19221.0
16	1		16664.5
18	1		9795.7
20	1		2095.2
22	1		-2063.1

Se proponen 15 RAh entre las 6 y 8 de la mañana, en un supuesto que los porteros de la institución escolar, en el mismo horario que realizan la limpieza, permitan también la ventilación de todos los locales.

Esta acción se verá reflejada luego en el balance térmico.

Tabla 18 - Ganancia de calor por infiltración (ANEXO 13)

La tabla 19 indica la incidencia de los ocupantes sobre la ganancia de calor del edificio, que depende de la cantidad y nivel de actividad (N.A) de los mismos.

Numero de ocupantes (Noc.) Nivel de actividad (N.A.) (en mets)				
Horas	N°Oc.	N.A.	Energía	Observaciones
0	0	0.8	0	escuela vacia
2	0	0.8	0	escuela vacia
4	0	0.8	0	escuela vacia
6	2	1.5	314.28	escuela vacia
8	41	1.5	6442.74	jornada escolar
10	41	1.5	6442.74	jornada escolar
12	41	1.5	6442.74	jornada escolar
14	0	1.5	0	escuela vacia
16	0	1.5	0	escuela vacia
18	0	1.5	0	escuela vacia
20	0	1.5	0	escuela vacia
22	0	0.8	0	escuela vacia

Tabla 19– Número de ocupantes y nivel de actividad (ANEXO 14)

El cuerpo produce energía a partir de los alimentos que consume (proceso metabólico), la cantidad de energía que produce está relacionada con la actividad. Cuando el cuerpo realiza un trabajo, parte de la energía es utilizada por el trabajo mecánico y el resto lo transforma en calor (Collet, Maristany, 1995).

El metabolismo suele medirse en MET, que es igual a 58 W/m² de superficie corporal o 50 Kcal/h.m². El valor de 1.5 MET equivale a trabajo ligero, persona sentada, con movimientos moderados de brazos y tronco (por ejemplo de un aula). El valor 0.8 MET es correspondiente con el sueño.

En tablas 20.1 y 20.2 figuran las ganancias de energía que aporta la iluminación artificial; depende del tipo de luminaria que se utilice. El programa requiere la potencia del artefacto, cantidad y horas de encendido.

5- Energía ganada por iluminación artificial: (Ingrese la potencia y las horas que permanece encendida)						
Horas	Tipo A		Tipo A1		Tipo C	
	Potencia [W]	150	Potencia [W]	36	Potencia [W]	36
	Cantidad	Energía [Wh]	Cantidad	Energía [Wh]	Cantidad	Energía [Wh]
0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
6	31	4650	20	720	19	684
8	31	4650	20	720	19	684
10	13	1950	2	72	9	324
12	0	0	2	72	0	0
14	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0

Tabla 20.1 - Ganancias de energía por la iluminación artificial

5- Energía ganada por iluminación artificial: (Ingrese la potencia y las horas que permanece encendida)							
Horas	Tipo D		Tipo E		Tipo F-F1		TOTAL
	Potencia [W]	72	Potencia [W]	36	Potencia [W]	200	
	Cantidad	Energía [Wh]	Cantidad	Energía [Wh]	Cantidad	Energía [Wh]	
0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
6	17	1224	37	1332	20	4000	12610
8	17	1224	37	1332	20	4000	12610
10	4	288	5	180	10	2000	4814
12	0	0	3	108	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 20.2 - Ganancia de energía por iluminación artificial

Las luminarias se cargan en el horario que transcurre la jornada escolar, según el nivel de iluminación artificial requerido. A modo de muestra del tipo de artefacto se adjunta planilla de artefactos eléctricos (tabla 21):

LOCAL	CARACTERÍSTICAS ARTEFACTO	IMAGEN
SUM-Comedor-circulación	(A) Artefacto p/embutir de aluminio inyectado – reflector de aluminio anodizado y brillantado -Vidrio difusor 4mm satinado-Lámpara MH -1*150w –modelo 200 VS - tipo Lumenac	
Sanitario.-Despensa	(A1)Artefacto p/embutir de aluminio inyectado-vidrio difusor-Lámpara Bajo consumo -1*36w – modelo 200 VS -tipo Lumenac	

Circulación aulas lat/cielorr.	(C) Proyector embutido rectangular móvil con cuerpo en extrusión de aluminio color gris, reflector de aluminio anodizado lámpara MH 1*150w – modelo K511 - tipo Alic	
Cocina-Panadería	(D) Plafon estanco con base de policarbonato autoextinguible V2 y difusor de acrílico inyectado- Burlete de poliuretano y prensacable- lámpara FL 2*36w – modelo hidro 236E - tipo Lumenac	
Aulas-Dirección-Gabinete-Sala Docente	(E)Artefacto p/embutir en chapa de acero - frente difusor acrílico translúcido blanco con marco desmontable 1215x605x94x1230x52-Lamp FL 3*36w – modelo OVER 336T -Tipo Novalucce	
SUM	(F-F1)Proyector iluminación indirecta asimétrica chapa de acero -Vidrio de protección templado lámpara MH 1*150w y Spot dicroico orientable 1*50W –Con placa de fijación-modelo Voyager FD -Tipo Novalucce	

Tabla 21 - Artefactos eléctricos de locales simulados

Las tablas 22.1 y 22.2 exponen la ganancia de calor que emite el equipamiento, debiéndose incorporar el tipo, potencia de artefacto y las horas que permanece encendido.

En el caso de heladeras y freezer se considera un funcionamiento intermitente todo el día, con arranque del motor cuando sube la temperatura en el gabinete cada una hora.

El termotanque es de funcionamiento continuo ya que tiene una resistencia eléctrica sumergida en el líquido transfiriendo el calor al agua y produciendo por ende agua caliente a cualquier hora. Para televisor, aire acondicionado, y otros equipos se estima el posible horario de uso.

	Heladera	2 unidades	Freezer	2 unidades	T.V.		aire acondicionado	
	Pot.	1000	Pot.	1000	Pot.	150	Pot.	2200
Horas	Cant.							
0	1	1000	1	1000	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1000	1	1000	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1000	1	1000	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	150	1	2200
12	1	1000	1	1000	0	0	1	2200
14	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	1000	1	1000	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	1000	1	1000	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 22.1– Ganancia de calor por equipamiento

	termotanque		ventiladores		computadoras		Total
Horas	Pot.	1200	Pot.	100	Pot.	200	
0	1	1200	0	0	0	0	3200
2	1	1200	0	0	0	0	1200
4	1	1200	0	0	0	0	3200
6	1	1200	0	0	0	0	1200
8	1	1200	0	0	0	0	3200
10	1	1200	6	600	8	1600	5750
12	1	1200	21	2100	0	0	7500
14	1	1200	15	1500	0	0	2700
16	1	1200	0	0	0	0	3200
18	1	1200	0	0	0	0	1200
20	1	1200	0	0	0	0	3200
22	1	1200	0	0	0	0	1200

Tabla 22.2 - Ganancia de calor por el equipamiento

La energía total que gana el edificio se indica por rubro, en la tabla 23, con el porcentaje de participación de cada ítem. El mayor porcentaje se da por techos, muros y luego sigue la ganancia por radiación a través de las aberturas, etc

GANANCIA POR MUROS	17.3%
GANANCIA POR TECHOS	23.3%
GANANCIA POR CONDUCCIÓN ABERTURAS	7.7%
GANANCIA POR RADIACIÓN ABERTURAS	15.4%
GANANCIA POR INFILTRACIÓN	8.3%
GANANCIA POR OCUPACIÓN PERSONAS	6.4%
GANANCIA POR ARTEFACTOS ILUMINACIÓN	9.8%
GANANCIA POR EQUIPAMIENTO	11.9%

Tabla 23 – Energía ganada por rubro

Ajustando los valores RAh, renovaciones de aire, en horario nocturno o muy temprano a la mañana, se puede extraer el calor ganado por el edificio. Por ser ésta una escuela y permanecer cerrada durante la noche, se simulan 15 RAh entre las 6 y 8 de la mañana, que es el horario que asiste el personal de maestranza. De esta manera se obtiene un balance térmico, con el aporte de la ventilación selectiva. (Figura 24)

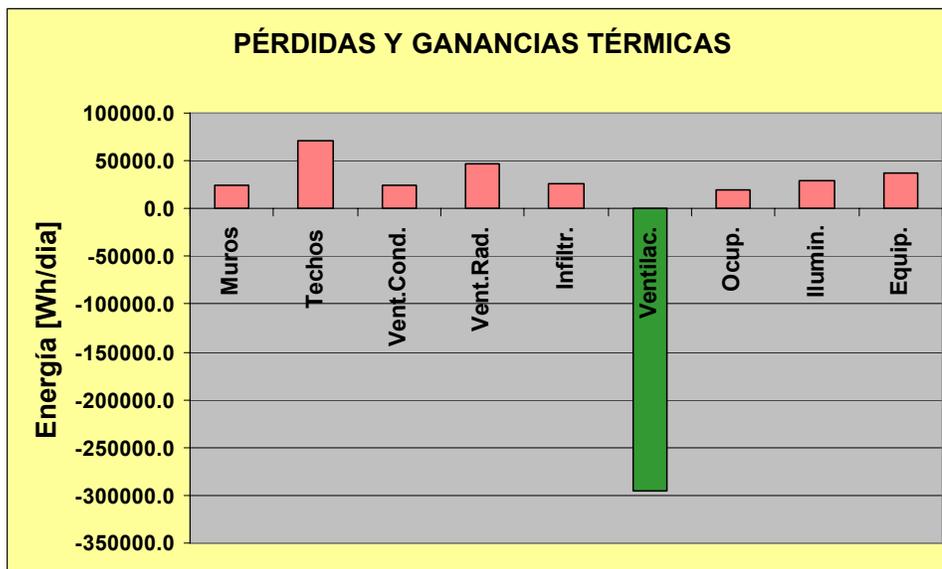


Figura 24 – Ajuste de RAh para extraer las ganancias de calor.

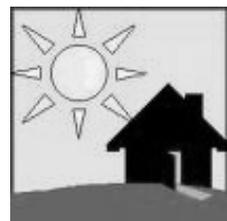
La energía ganada a la hora más desfavorable, aproximadamente a las 14 hs. es de 54632.2 Wh. (ANEXO 15).

En base a esa ganancia de calor, se calcula la potencia del artefacto de aire acondicionado, 46984.18 frigorías/h, en caso que fuera necesario tomar en consideración su incorporación (Tabla 25).

Calculo del equipo acondicionador necesario

Energía máxima necesaria:	54632.2 Wh
Potencia [frigorías/hora]	46984.18
Potencia [toneladas de refrigeración]	15.66

Tabla 25– Potencia del artefacto de aire acondicionado



***SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO
CON SIMEDIF para Windows-----***

SIMEDIF es un programa para el diseño y simulación del comportamiento térmico de edificios con acondicionamiento natural y calefacción, desarrollado enteramente en el INENCO (Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional). Dicho programa permite simular el comportamiento térmico de muchos locales a fin de evaluarlos frente a determinadas variaciones climáticas y detectar de esta manera problemas de falta de confort (sobrecalentamiento o bajas temperaturas), con la posibilidad de introducir ganancias internas. (Flores Larsen y Lesino, 2000)

El edificio a simular se dividió en locales, de manera de reducir el número de los mismos, por ejemplo, la dirección, sala docente y un gabinete, se unifica en un local llamado "gobierno".

Se obtiene la siguiente zonificación:

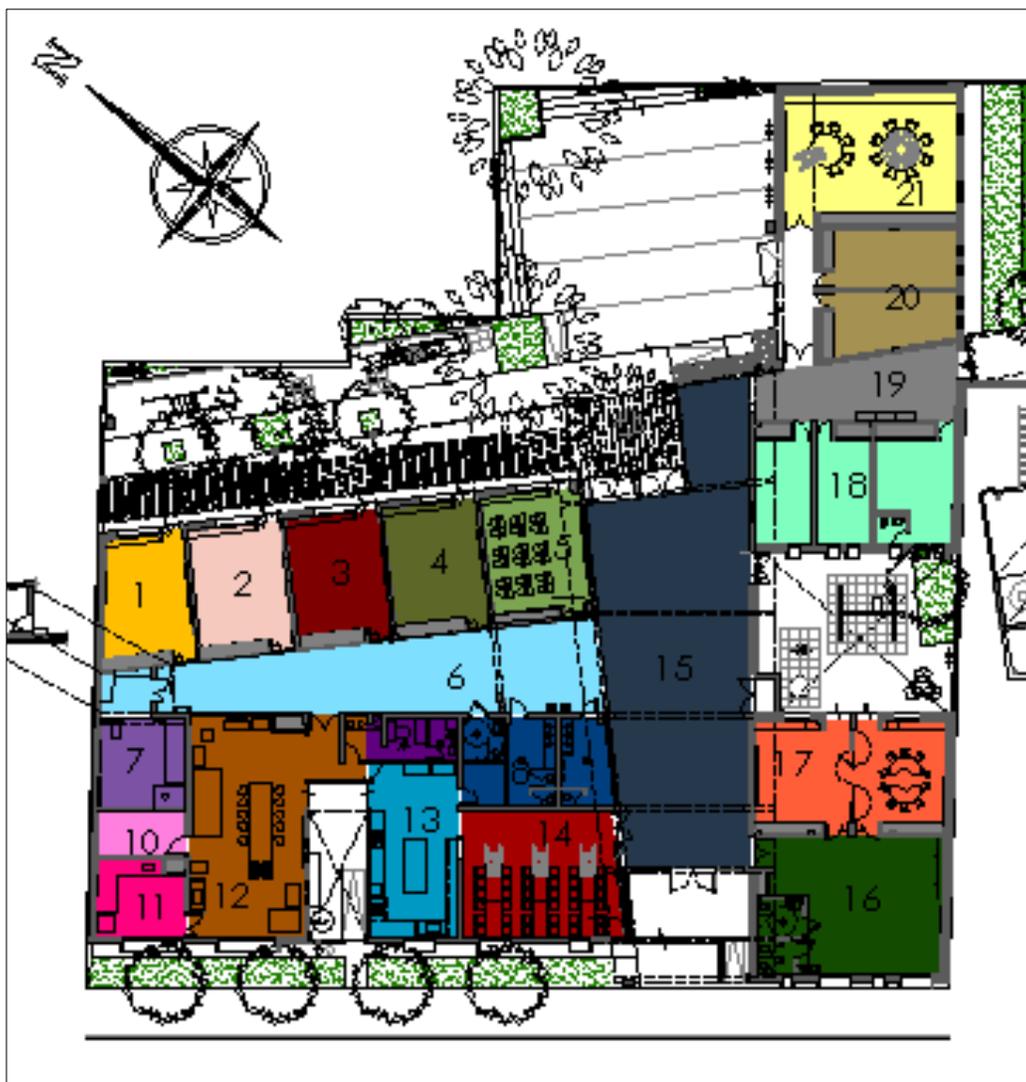


Figura 14– Zonificación de la escuela para la simulación

REFERENCIAS:

- 1- AULA1
- 2- AULA2
- 3- AULA3
- 4- AULA4
- 5- AULA5
- 6- PASO1
- 7- SALA ESTIMULACIÓN SENSORIAL
- 8- GRUPO SANITARIO
- 9- SECTOR SERVICIO COCINA
- 10- LEUDADO
- 11- PANADERIA SECTOR CELÍACOS
- 12- PANADERIA
- 13-COCINA
- 14- COMEDOR
- 15- SALÓN DE USOS MÚLTIPLES (SUM)
- 16- SALA DE MÚSICA-SANITARIOS
- 17- AULAS JARDÍN DE INFANTES
- 18-GOBIERNO
- 19- PASO2
- 20- GABINETES
- 21-BIBLIOTECA-INFORMÁTICA

La renovación de aire de los locales de enseñanza es necesaria para asegurar un buen confort, mantener las condiciones de higiene y evitar condensaciones. El reglamento sanitario de de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S), ha fijado valores mínimos de renovación de aire, por medios mecánicos o por ventilación natural. En aulas es 15 m³/h por ocupante. (Leonardi, 1997)

NOMBRE LOCAL	VOLUMEN DEL LOCAL	Nº RENOVACIONES ADOPTADAS
AULA 1	115.06	2.00
AULA 2	123.29	2.00
AULA 3	123.81	2.00
AULA 4	123.81	2.00
AULA 5	129.47	2.00
PASO 1	510.06	1.00
SALA ESTIMULACIÓN SENSORIAL	98.72	1.00
GRUPO SANITARIO	112.00	3.00
SECTOR SERVICIO COCINA	40.99	3.00
LEUDADO	37.70	0.50
PANADERIA SECTOR CELIACOS	68.25	1.00
PANADERIA	273.37	2.00
COCINA	126.92	2.00
COMEDOR	384.01	3.00
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES (SUM)	1116.21	0.50
SALA MÚSICA/SANITARIOS	219.88	2.00
AULAS JARDÍN DE INFANTES	218.11	2.00
GOBIERNO	216.13	1.00
PASO 2	120.92	1.00
GABINETES	157.40	1.00
BIBLIOTECA	221.46	2.00

Tabla 26– Renovación de aire horarias (RAh)

Se adoptan los valores de renovaciones de aire que se resumen en Tabla 26, se observa que en aulas el RAH, es bajo debido a que el promedio de alumnos por cada una de ellas, es de 4 y 6 ocupantes. Si tomamos un promedio de 5 alumnos multiplicado por 15 m³/h, resultan 75 m³/h, si el volumen del aula varía de 115 a 130 m³, se simulan 2 renovaciones por hora.

Para las ventanas con vidrio laminado, se utiliza un valor de transmitancia de 5.26 W/m²C, mientras que donde el material empleado es DVH (doble vidriado hermético) el valor es 3.45 W/m²C. Como no poseen postigones, persianas, ni aislamiento nocturno, se usa el mismo un valor de transmitancia día y noche.

Se utilizan coeficientes convectivos interiores de 6 y 8 W/m²C (para superficies no asoleadas y asoleadas, respectivamente) y coeficientes convectivos exteriores según el mes de simulación, como se muestra en Tabla 27

VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO (m/s)		COEF. CONVECTIVO C/RADIACION 5.7+3.8*V		COEF. CONVECTIVO S/RADIACION 2.8+3*V	
21-jun	01-dic	21-jun	01-dic	21-jun	01-dic
3.42	4.17	18.7	21.55	13.06	15.31

Tabla 27– Coeficientes convectivos exteriores para paredes c/radiación y s/ radiación solar (W/m²C)

Los coeficientes de absorción, según Norma IRAM 11.605 (1996) son los siguientes:

- Paredes exteriores, pintadas en tres tonos de grises, se elige 0.55, que es un promedio entre gris muy claro, claro y medio, 0.45, 0.55 y 0.65 respectivamente.
- Cubierta de chapa gris pizarra: 0.65
- Cubierta de baldosa cerámica roja: 0.80
- Paredes interiores revocadas y pintadas color claro: 0.40

Se cargan once índices de radiación que corresponden a:

- 1-Pared NE 135° (aulas, SUM, paso2)
- 2-Pared NO 219° (medianera, biblioteca, SUM, Gabinetes, cocina, sala de música, paso1)
- 3-Pared SO 270° (panadería, cocina, comedor, SUM, sala de música, Gobierno)
- 4-Pared SE 39° (medianera, Panadería, comedor, SUM, biblioteca, gabinetes, paso2)
- 5-Pared Aula Jardín 129°
- 6-Techos
- 7-Ventanas NE
- 8-Ventanas NO
- 9-Ventanas SO
- 10-Ventana SE
- 11-Ventana Aula Jardín

Como no existen elementos orientados exactamente hacia el SUR, asignaremos índices de radiación a todas las paredes, tabiques y ventanas.

Las paredes exteriores y losas se consideran de tres capas, pues poseen aislación térmica, las internas de una sola, y los pisos de dos (el suelo y el material contrapiso-piso)

Los coeficientes de descarga de las puertas pueden variar desde 0.70 si se encuentra abierta permanentemente, o 0.10 si permanece cerrada.

Se realiza la simulación por 15 días, sin embargo, en los gráficos se muestran los últimos días de la simulación con el sistema térmico en régimen.

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN DICIEMBRE:

Se realiza la primera simulación sin el aporte energético según hábitos y costumbres de sus ocupantes, por 15 días para el mes de diciembre, comenzando el 1 de dicho mes:

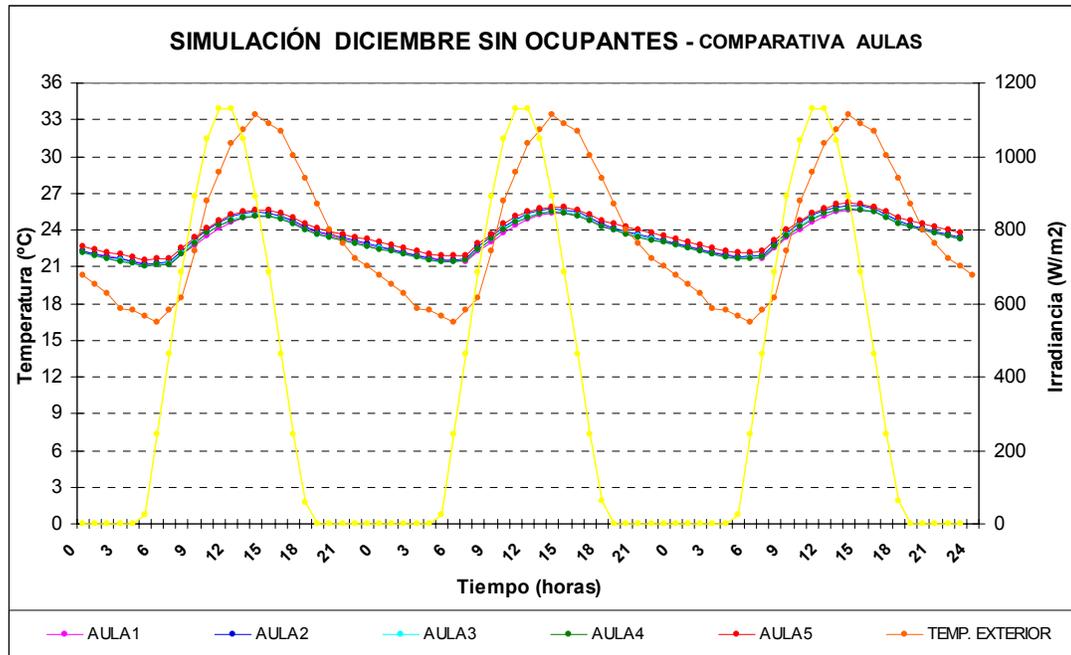


Figura 15– Simulación aulas Diciembre sin ocupantes

En Figura 15, se grafica el comportamiento térmico comparativo de las cinco aulas NE, donde las temperaturas interiores se superponen del aula1 al aula4, excepto en el caso de aula5, cuyo valor difiere en 0.5°C de las otras. La temperatura interior varía entre 21 y 25° C.

En Figura 16, el SUM y comedor muestran el peor comportamiento térmico, teniendo en cuenta que en Diciembre la temperatura media máxima exterior es de 33°C, alcanzan casi la misma temperatura exterior (32 °C). La sala de estimulación sensorial tiene una variación de sólo 2°C en todo el día. El paso1, aula1 y panadería se mantienen dentro del rango de confort.

En Figura 17, la temperatura interior de las aulas de jardín es de 25°C a las 12 hs y de casi 26°C a las 15 hs, mientras que la sala de música llega a la misma temperatura pero con un defasaje de dos horas posteriores. El paso2, gabinetes y biblioteca así como las aulas de JIN se mantienen en el rango de confort (18 a 25°C). El comportamiento térmico de las aulas obedece a su orientación sin protección solar, y ventilación hacia un patio pequeño, con solado, que es una superficie de alta emisividad.

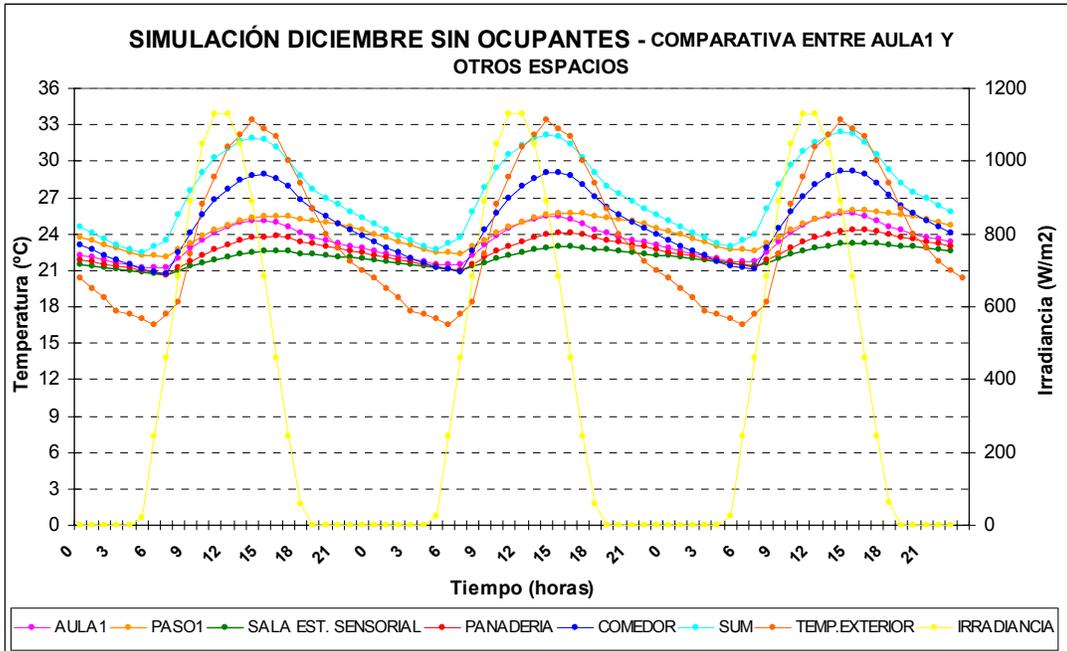


Figura 16– Simulación aulas y otros espacios escolares en Diciembre sin ocupantes

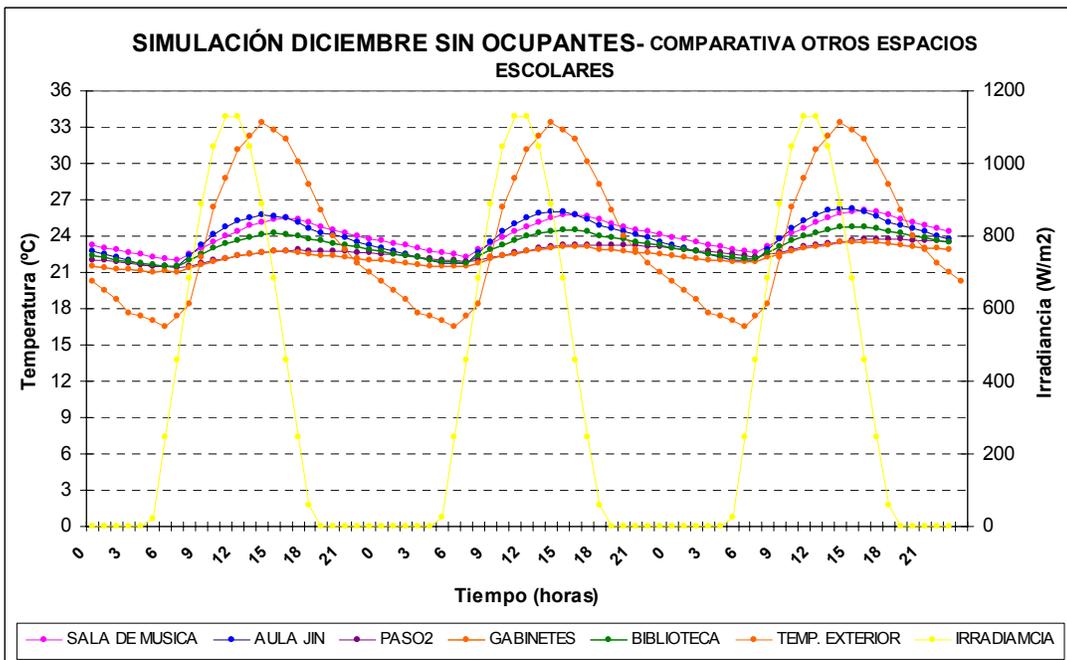


Figura 17– Simulación Diciembre sin ocupantes comparativa otros espacios escolares

Cabe aclarar que el horario de jornada escolar se extiende desde las 8 a las 12.20 hs, todo el año. Por la tarde el uso es esporádico y eventual. Sin embargo, si fuera el caso de utilizarla por un aumento de matrícula o por implementación de cursos de educación del adulto, se puede observar que el edificio resulta totalmente confortable.

A continuación se elaboran los mismos gráficos, pero con las ganancias internas de calor presentes en el edificio, debidas a la permanencia de personas y a las luminarias y al equipamiento. (Qgen)

En el caso de las aulas se incluye: ocupantes (un promedio de 6 alumnos por aula), y la iluminación (3 lámparas MH de 36 W), encendidas entre las 7 y 9 horas aproximadamente.

En el caso del Paso1, que es la circulación que delimita las aulas, se tiene en cuenta, que como no tiene buena iluminación natural, se necesitan lámparas encendidas toda la mañana. Se podrá graduar en forma decreciente la cantidad de luminarias en funcionamiento a medida que transcurra la jornada. El espacio posee 19 proyectores de 36 W lámparas fluorescentes y 12 artefactos embutir MH de 150 W. No hay equipamiento y se toma un promedio de 5 personas circulando por dicho lugar.

La sala de estimulación sensorial, es un gabinete donde se disponen una serie de elementos dirigidos a estimular los sentidos, con una ambientación que aporte calma y protección. La terapia se realiza en forma personalizada, por lo cual se prevé dos personas (alumno y terapeuta), y dos lámparas de MH de 36 W, encendidas toda la jornada, pues no cuenta con aberturas al exterior.

La panadería tiene anafe industrial, horno rotativo, heladera y freezer. Posee 12 artefactos con lámparas fluorescentes de 72 W. Se considera la misma ocupación que para un aula.

En el comedor se sirve desayuno y almuerzo para todos lo alumnos, por lo tanto en el horario de ingreso y salida, se simulan los 41 ocupantes, con 4 artefactos de MH de 150 W de 8 a 9 de la mañana.

El SUM se diseña con 22 artefactos de 150 W, dado que es un espacio profundo, de unos 28 m de largo, lo que puede generar sectores poco iluminados. Por ello, se simula de 7 a 9 todas las lámparas encendidas, y luego sólo seis de ellas.

En el caso de las aulas del Jardín de infantes se cuenta un promedio de 6 alumnos por aula, y 4 lámparas MH de 36 W, encendidas entre las 8 y 9 horas aproximadamente.

La sala de música, opera como un SUM seccional propio del nivel inicial. A fin de simplificar la simulación, se unifica la sala y los sanitarios, debido a que el programa Simedif permite ingresar hasta 100 paredes, y si se toma cada espacio tal cual es, me excedo ampliamente éste límite, además estos locales, dan a la misma orientación y poseen un factor de ocupación similar. Entonces, se obtiene un promedio de 2 personas de paso, 7 lámparas de MH de 36 W encendidas de 8 a 9, y 3 de ellas toda la jornada (las del sanitario)

En lo que se refiere al paso2, es similar al paso 1, tiene 5 artefactos de MH de 36 W, y se podrán graduar en forma decreciente la cantidad de luminarias en funcionamiento a medida que transcurra la mañana. Se toma un promedio de 2 personas circulando por dicho lugar.

En los gabinetes de psicopedagogía, psicología y asistente social, se implementan entrevistas personalizadas con el alumno, podrán simularse hasta 2 ocupantes, 2 artefactos de MH de 36 W de 8 a 9. Si bien el horario de uso, de estos espacios, depende de las necesidades institucionales, proponemos como horario de terapia de 10 a 12 hs.

La biblioteca es también sala de informática, por ello que funcionan 8 computadoras, además de un promedio de 2 ocupantes y 4 artefactos de MH de 36 W de 8 a 9.

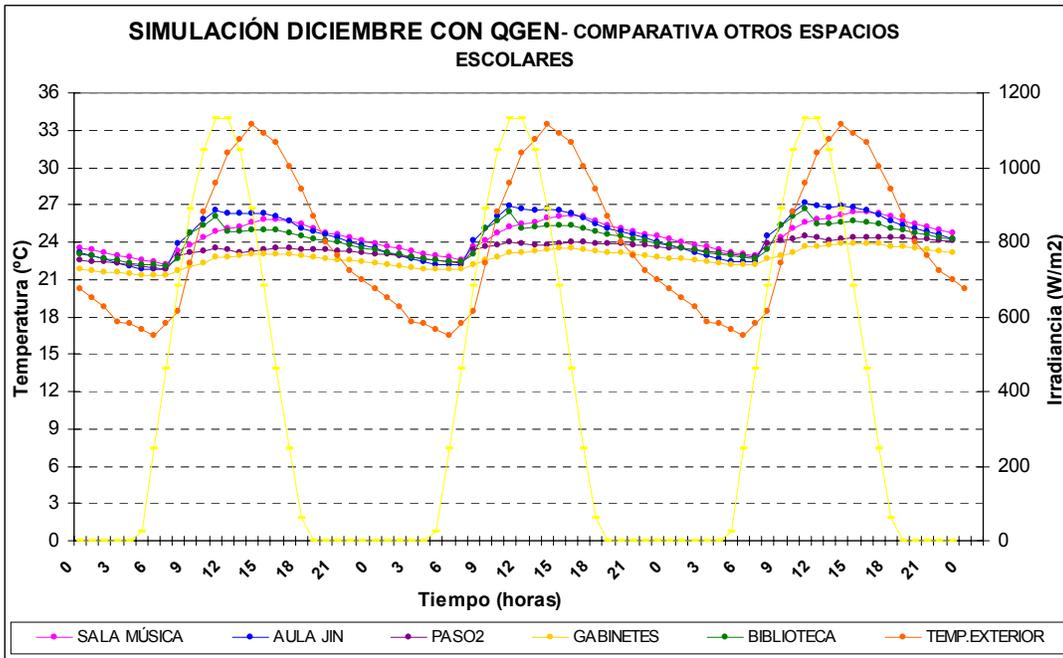


Figura 18– Simulación aulas Diciembre con Qgen

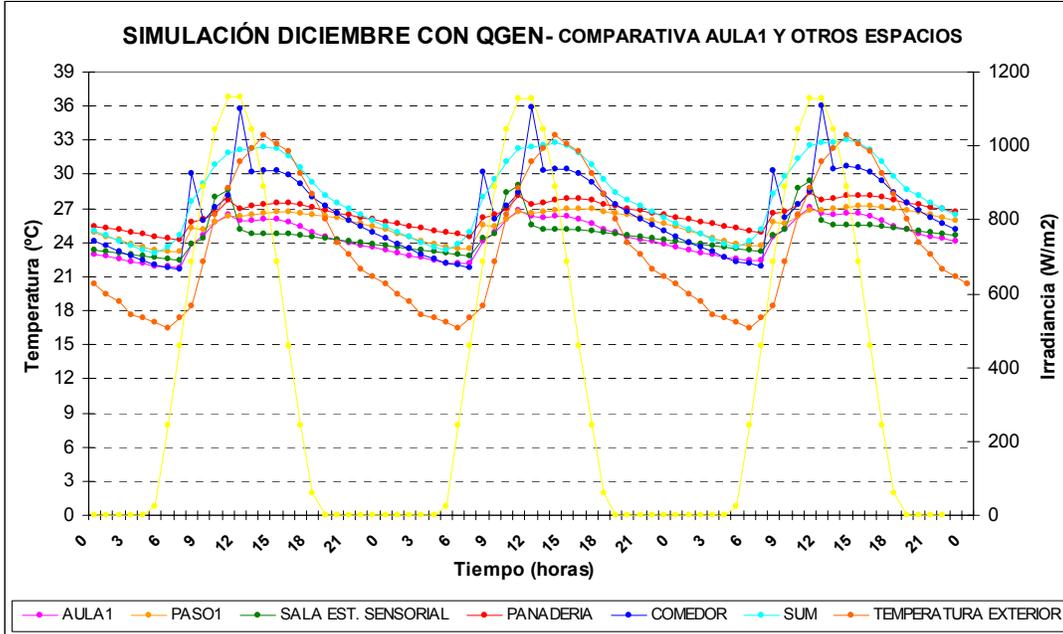


Figura 19– Simulación Diciembre con Qgen comparativa AULA1 y otros espacios escolares

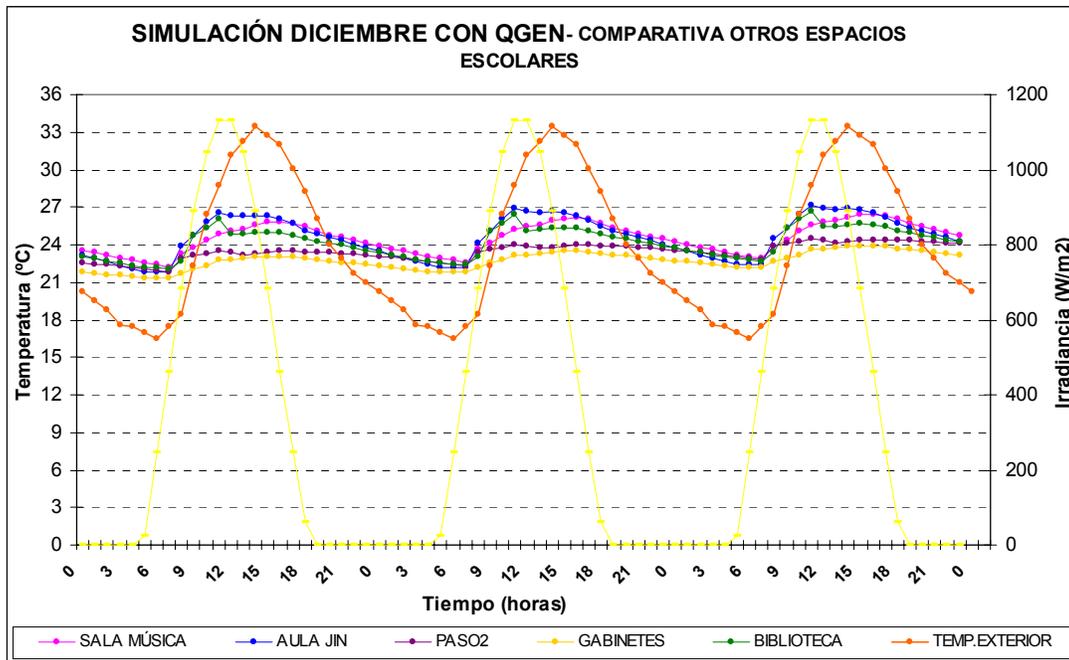


Figura 20– Simulación Diciembre con Qgen comparativa otros espacios escolares

En todos los locales simulados se observa la influencia de la ganancia interna.

En Figura 18, la temperatura interior del local aula5, alcanza los 27°C, 2°C más que sin ganancias internas. Nuevamente la temperatura interior de los locales se superpone, y se comportan de manera similar. Al mediodía se deberá prever el acondicionamiento del espacio mediante ventiladores (11 a 13 hs)

En Figura 19, la sala de estimulación sensorial, logra los 28°C, al igual que la panadería, siempre en directa relación al equipamiento, las luminarias y la actividad que se desarrolla en cada uno de estos espacios. El comedor presenta el peor comportamiento térmico, se observan fluctuaciones de temperatura en coincidencia con el desayuno y almuerzo de los 41 ocupantes. Esto se traduce en temperaturas de 30 y 36 °C respectivamente. En cuanto al SUM, en comparación al gráfico anterior sin ganancias internas, no se advierten grandes diferencias. Nótese que el aula1 asciende a casi 27°C, recién al finalizar la jornada escolar, por lo que consigue el mejor comportamiento térmico en comparación del resto de los espacios escolares.

En Figura 20, el paso2 y los gabinetes se mantienen en el rango de confort, mientras que la biblioteca alcanza una temperatura máxima de 26 °C al mediodía que también está dentro del confort térmico. Las aulas de Jardín muestran el peor comportamiento térmico con 27 °C a las 12 hs, es decir con ganancias internas, supera marca máxima anterior (27° C a las 15hs.) y 3 horas antes. En cuanto a la sala de música, en comparación al gráfico anterior sin Qgen, no se advierten grandes diferencias.

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN JUNIO:

Se realiza la primera simulación sin el aporte energético según hábitos y costumbres de sus ocupantes, para el mes de Junio por 15 días, comenzando el 21 de dicho mes:

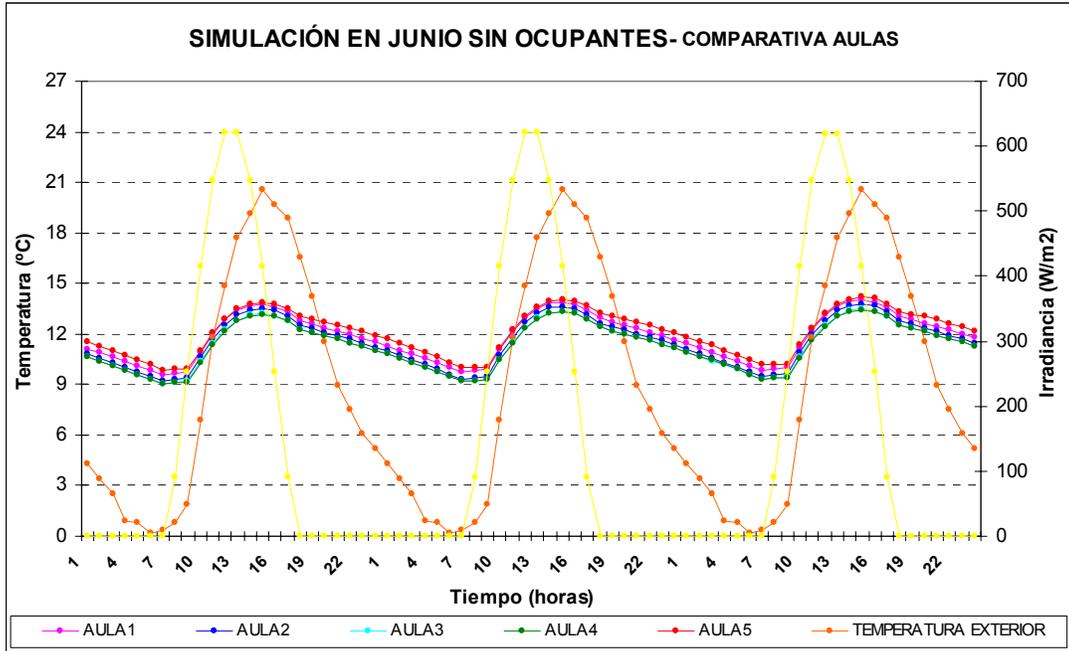


Figura 21– Simulación aulas Junio sin Qgen

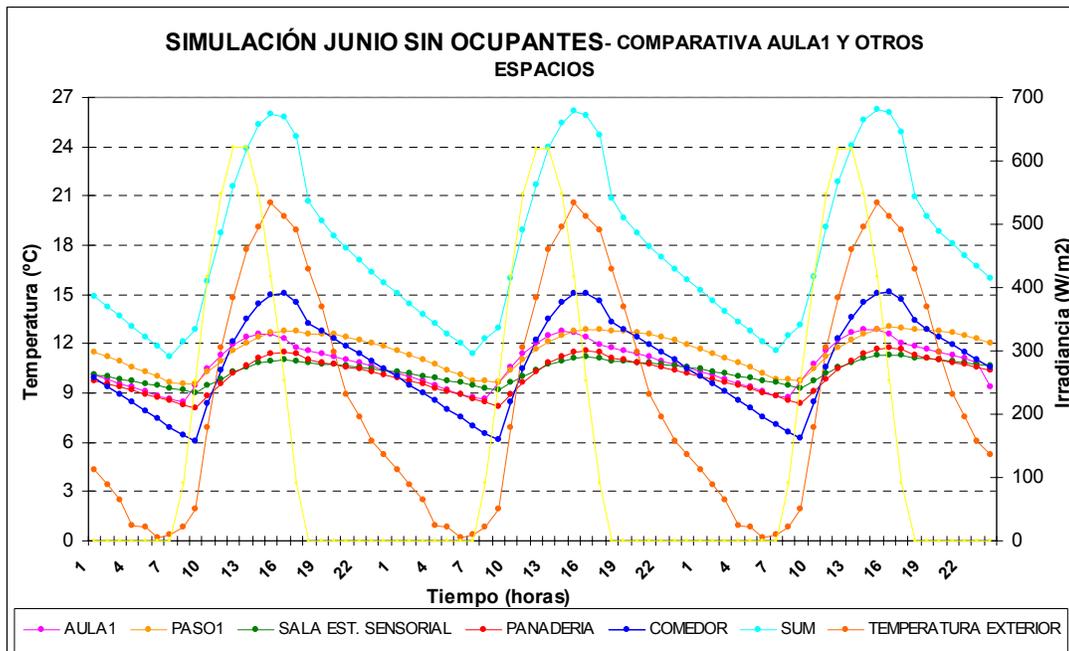


Figura 22– Simulación aulas y otros espacios escolares en Junio sin Qgen

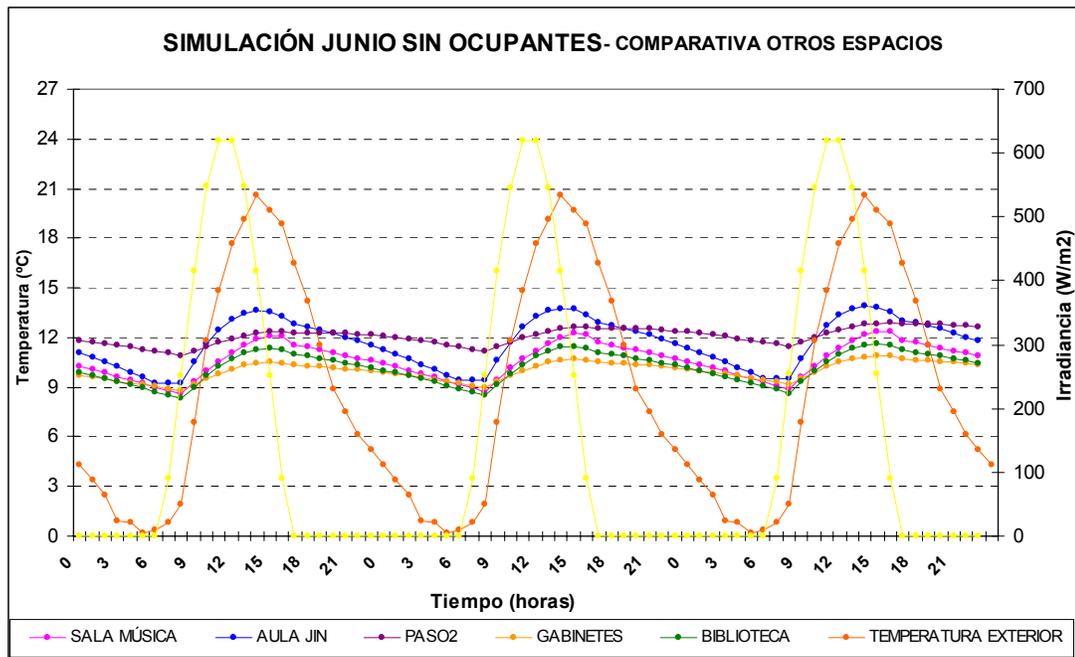


Figura 23– Simulación Junio sin Qgen comparativa otros espacios escolares

En Figura 21, se grafica el comportamiento térmico comparativo de las cinco aulas NE, en donde se observa, una variación de la temperatura interior de 1°C entre el aula 1 y 5. La mínima es de 9 °C a las 8 de la mañana y la máxima los 13 ° C a las 2 de la tarde Recordemos que la mínima media exterior es alrededor de -1°C.

En Figura 22, aquellos espacios que presentaban un mal “desempeño” térmico, alcanzando temperaturas de hasta 32 °C en Diciembre, en Junio, son los que se acercan a la temperatura de confort interior, 25 °C el SUM y 15 °C el comedor. Sin embargo dicho valor se manifiesta alrededor de las 3 de la tarde.

En la sala de estimulación sensorial, paso1, panadería y aula1, la temperatura interior varía entre los 8 y 12 °C

En Figura 23, el aula de JIN, muestra una temperatura interior aceptable de hasta 14 °C, también la sala de música a partir de las 17 hs, cuando incide la ganancia solar directa. El paso2 tiene una variación escasa, a lo largo del día, entre 11 y 12 °C.

Apreciemos que a medida que la curva de irradiancia asciende, también crece la curva las temperaturas del local, siempre con defasaje horario, estos valores demuestran la influencia de la radiación solar, y la importancia de incorporar el aprovechamiento de éste recurso en el diseño.

Es de destacar que el edificio sin cargas internas, es como un edificio desocupado. En este caso, se puede observar que las temperaturas se mantienen bastante más elevadas que la temperatura exterior durante buena parte de la tarde y noche, lo que habla de las ventajas de la ganancia solar y el uso de masa térmica.

A continuación se confeccionaron los mismos gráficos, pero con ganancias internas, tal cual se explicó anteriormente en las simulaciones de diciembre, es decir, con ocupantes, iluminación y equipamiento (Qgen).

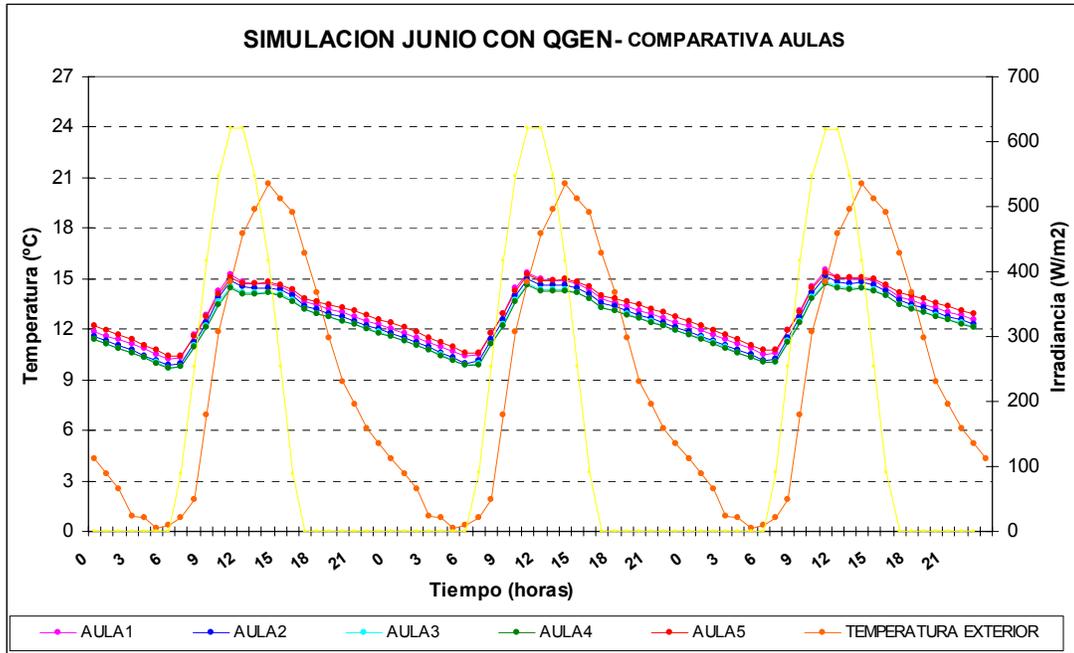


Figura 24– Simulación aulas Junio con Qgen

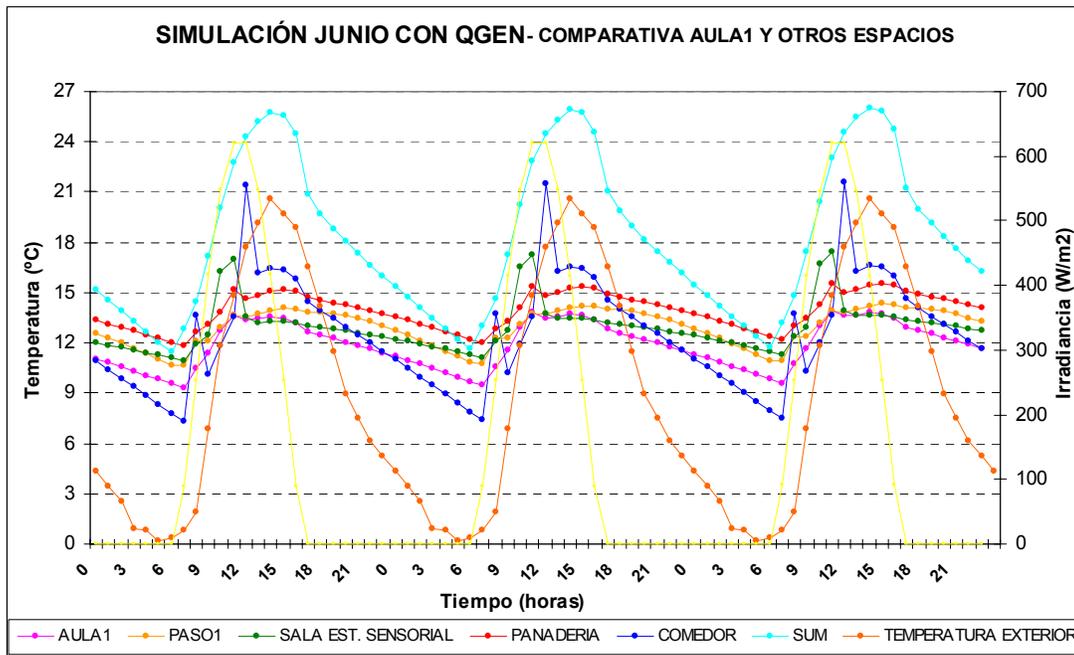


Figura 25– Simulación Junio con Qgen comparativa AULA1 y otros espacios escolares

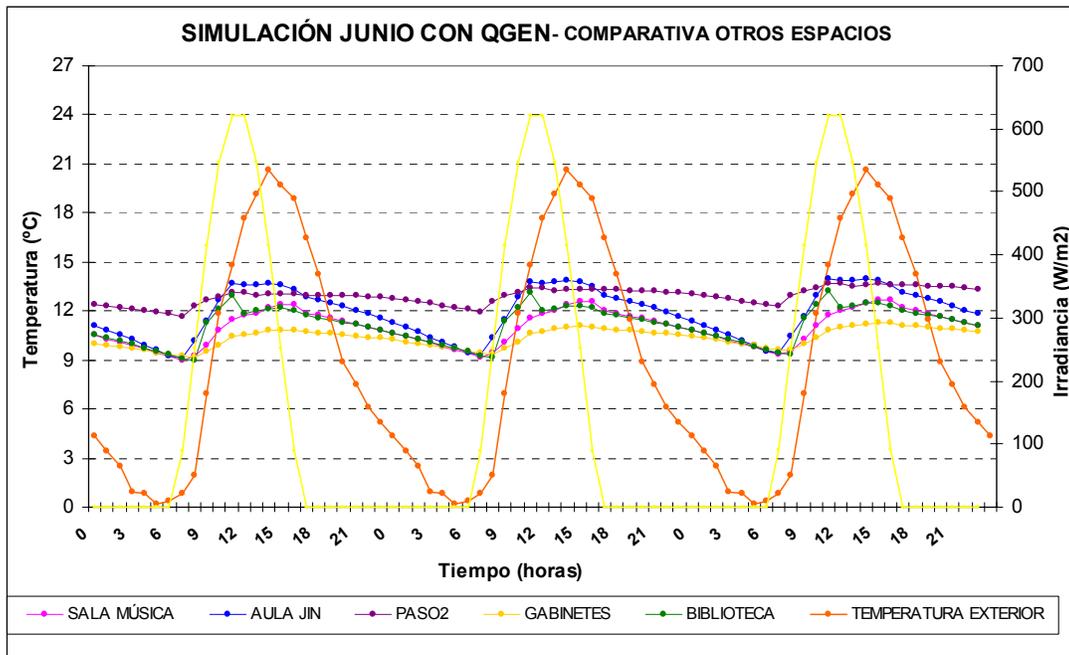


Figura 26– Simulación Junio con Qgen comparativa otros espacios escolares

La mayoría de los espacios elevaron sus temperaturas y presentan fluctuaciones importantes, por la incorporación del Qgen, como por ejemplo el comedor.

En Figura 24, el AULA5 alcanza la máxima temperatura, mientras que el aula1 la menor. La temperatura interior podría alcanzar los 15°C, es decir 2°C más que sin ganancias internas. Nuevamente las fluctuaciones térmicas de los locales se superponen, y se comportan de manera similar. Se observa un salto importante a las 11 hs aproximadamente por influencia de las personas y las luminarias.

En Figura 25, la sala de estimulación sensorial, consigue los 17°C y la panadería 15°C, siempre en directa relación al equipamiento, las luminarias y la actividad que se desarrolla en cada uno de estos espacios. El SUM, en comparación al gráfico sin ganancias internas, no se advierten diferencias, e incluso a las 16 hs, con 25°C supera ampliamente la temperatura máxima media exterior de casi 21°C. Mientras que el comedor en coincidencia con el desayuno y almuerzo de los 41 ocupantes llega a los 21°C al mediodía. El Paso1 se mantiene igual que sin ganancias internas.

En Figura 26, las aulas de Jardín elevan en 1 °C su temperatura interior, con respecto al gráfico anterior sin ganancias internas y presentan una fluctuación máxima de 13°C a las 12 del mediodía. En cuanto a la sala de música no se advierten grandes diferencias. Los gabinetes poseen una baja oscilación de entre 9 y 10°C y además ostentan las temperaturas más bajas del gráfico. El paso2 varía entre 12 y 13 °C toda la jornada. La biblioteca alcanza una aceptable temperatura máxima de 14°C al mediodía, por incidencia del equipamiento (computadoras) y sus ocupantes.

Se evalúa, que en muchos de los locales la presencia de ganancias internas es beneficiosa, y colabora a acercar las temperaturas interiores al rango de confort (base 18°C mes de Junio).

Es de destacar, que se requerirá un sistema de calefacción auxiliar para generar el calor faltante que aleja de las temperaturas de confort, sin embargo, los valores de temperatura en todo momento muy lejos de las mínimas temperaturas exteriores es provocado por la presencia de aislación térmica apropiada en la envolvente.

En figura 27, se adiciona por cada aula dos estufas eléctricas, de 1000 W cada una, encendidas de 8 a 11 horas de la mañana, por lo cual, el agregado de calefacción auxiliar, nos acerca a la temperatura de confort, 18°C alrededor de las 10,30 horas de la mañana.

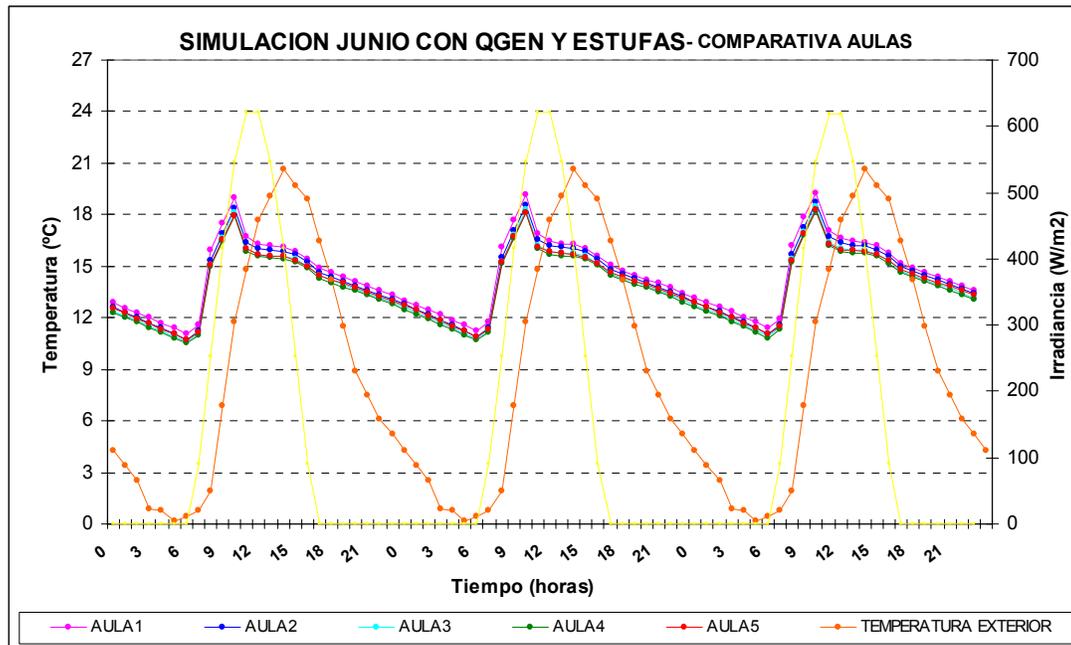


Figura 27– Simulación Junio con Qgen y estufas para calefaccionar

En Figura 28, se simula, el aumento de ocupantes en el aula, debido a un posible incremento de matrícula en la escuela apenas inaugurada. Se tiene en cuenta que, la capacidad máxima por aula es 25 alumnos (1 m²/alumno, en total 25 m²). La sumatoria de calefacción más una ocupación usual del espacio, elevaría su temperatura a casi 27°C, es decir que, a medida que aumenten los alumnos se hace completamente innecesario calefaccionar las aulas.

En Figura 29, como propuesta final, se anula la calefacción, nuevamente con 25 alumnos cada aula. Se concluye que, el agregado de calefacción, se hace necesaria, en aulas con matrícula baja, o en temperaturas diarias extremas. Además obsérvese que se ha simulado en el día más crítico de invierno, lo cual, ocurre pocas veces en el año y se deduce la ventaja de los sistemas solares pasivos. Si fuera el caso de simular todo el año, se podría observar la ganancia importante durante el resto del invierno, en días que no son tan rigurosos.

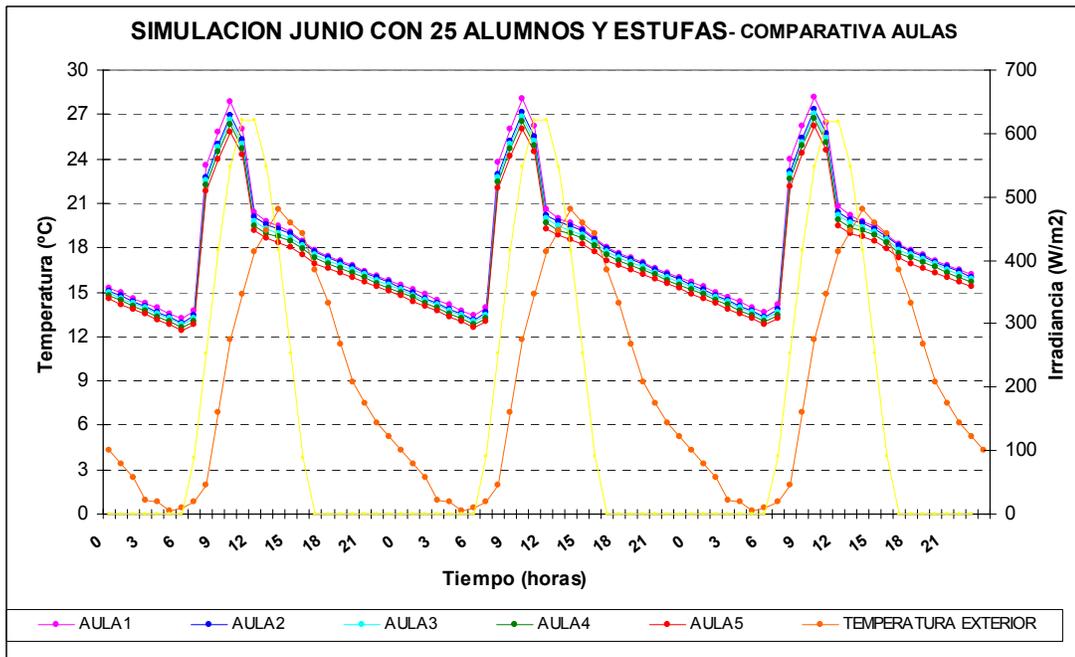


Figura 28– Simulación Junio con 25 alumnos y estufas

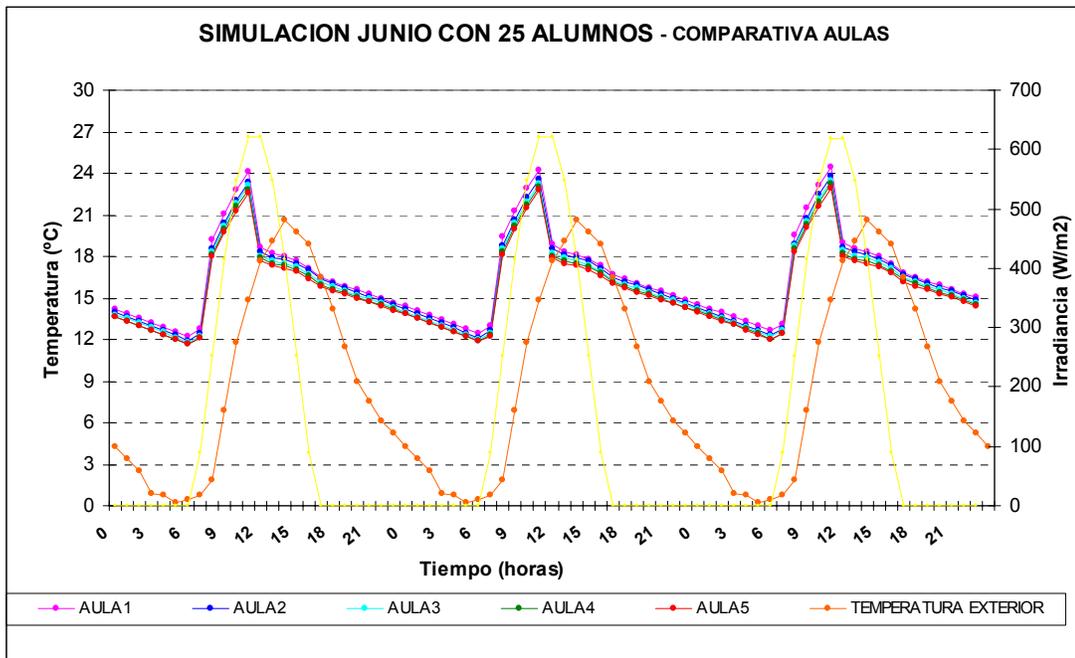


Figura 29– Simulación Junio con 25 alumnos y sin estufas

CONCLUSIONES:

Las construcciones humanas deben adecuarse bioclimáticamente para conformar un hábitat racional, económico y con el mayor grado de eficiencia que permita cada momento histórico (Czajkowski y Gómez, 1994)

El desarrollo de este trabajo ha contribuido a validar las estrategias propuestas para el proyecto de la Escuela Especial N° 3, localizado en Tinogasta detectando las variables y elementos que requieren ajustes y ensayando una metodología de trabajo aplicable a futuros edificios escolares.

Las escuelas de Región bioambiental IV, templado frío, deben ser diseñadas para el clima más riguroso, en éste caso el invierno (mes de Junio) y verificar su comportamiento para el verano (mes de Diciembre). En la simulación de los locales con el programa Simedif, se pudo constatar que las aulas se mantienen en rango de confort, entre 21 y 25°C, en la estación cálida, incluso con ganancias internas. Mientras que en el mes mas frío, Junio consiguen 15° C también con ocupantes y 18° C con la incorporación de calefacción, siendo la temperatura mínima media exterior bajo cero.

Las acciones básicas para lograr apropiadas condiciones de confort en las aulas, emplazadas en una región cuyo clima es el templado frío, serán las siguientes:

-Adicionar gran inercia térmica a las envolventes. Esto trae aparejado dos fenómenos, uno es la amortiguación en la variación de las temperaturas y el otro es el retardo de la temperatura interior respecto a la exterior.

- Plantear un edificio compacto. Esto es óptimo para climas fríos, puesto que a menor envolvente, menor será la pérdida de calor. El cálculo del área envolvente/piso (Faep) demuestra que el edificio, desde el punto de vista de la conservación de energía no será costoso en su construcción y tendrá menores pérdidas de energía en su vida útil.

-Beneficiar las aulas con una correcta orientación, Norte o NE. El edificio en su totalidad se dispondrá acorde a las necesidades de acondicionamiento de cada uno de los locales, ya que las decisiones en cuanto a la distribución de estos son importantes en su conjunto.

-Proponer siempre espacios adyacentes al edificio diseñados para atenuar el efecto de la temperatura sol-aire y de vientos dominantes en época estival.

-Incorporar aislación térmica en las envolventes de todos los futuros proyectos.

-Optimizar el diseño de las aberturas. Para lograr esta acción deberá minimizarse las superficies vidriadas expuestas a orientaciones sur, incorporando protecciones adecuadas según cada orientación y asegurar la estanqueidad de la hoja. Se propone la utilización de carpinterías de aluminio ya que fueron las de referencia en este trabajo.

Las variables que deben ajustarse y modificarse en el proyecto de Escuela especial N° 3, son:

-Proveer otros elementos de control solar en las aberturas de las aulas del Jardín de infantes (pérgolas), lo mismo ocurre con el SUM y el Comedor (parasoles)

-Reducir la superficie vidriada del salón de usos múltiples (SUM), debido a que se acopla a las temperaturas máximas exteriores. Esto es favorable en los meses fríos, llegando a los 25°C, pero no en verano con casi 32°C. El vidrio ofrece muy poca resistencia al paso de la energía radiante y actúa como una trampa de calor (efecto invernadero). Este efecto es ideal en invierno pero no deseable en verano.

-Posibilitar la disipación y extracción de las ganancias de calor por ocupantes y equipamiento en el Comedor, SUM y biblioteca, de la misma forma que se plantearon extractores para el taller de panadería y cocina.

-Utilizar sistemas solares de aportes indirectos (muros acumuladores, lechos de piedra, colectores de aire, etc) en aulas con baja matrícula o en meses de temperatura exteriores extremas.

-Proponer ventilación selectiva de 6 a 8 de la mañana, en las máximas temperaturas de verano. Se considera posible la intervención del personal de mastranza que, en el horario de limpieza del establecimiento, podrá proceder a la apertura de todas las puertas y ventanas. Dada la ventaja de la amplitud térmica que otorga temperaturas del aire especialmente bajas durante las noches, se podría incorporar sistemas de ventilación estacional que permanezcan abiertos durante el verano, y cerrándolos de día para generar buen uso de la conservación de energía y evitar infiltraciones de temperatura excesivamente elevada.

De este trabajo se puede extraer una guía orientativa, al momento de encarar nuevos proyectos con criterio bio-climático, cuyos pasos fundamentales son:

- Recopilación e interpretación de datos climáticos del lugar o cercano al mismo. Esto es una limitante pues, en la Provincia de Catamarca, sólo existen cinco estaciones meteorológicas en funcionamiento, tres en el Valle Central (Aeropuerto, UNCa, INTA), una en Tinogasta y otra en Colonia de Achalco (El Alto). Se dispone también de mediciones que efectúan los emprendimientos mineros. De esta manera quedan regiones sin datos meteorológicos precisos.

- Elaboración de estrategias de diseño de acuerdo al trazado de climogramas de Olgway, (1963) y Givoni (1969), ajustándose a las recomendaciones de Norma IRAM 11603. A partir de estos estudios será posible seleccionar los recursos que finalmente serán adoptados en el pre-diseño edilicio.

-Estimación del aporte solar mediante la aplicación del programa Geosol (Hernandez, 2003). La carta solar permitirá diseñar los elementos de protección, en las orientaciones que lo requieran.

- Planteo y pre-dimensionamiento de instalaciones solares a través del Mapa de Energías Renovables de la República Argentina (Programa MER 1.0). La inclusión de los equipos en el conjunto edilicio, será una condicionante de diseño a tener en cuenta.

- Verificación de la transmitancia térmica, coeficiente K, de todas las envolventes exteriores. (IRAM 1605, 1996). Éste paso es sumamente importante, en la definición material de la envolvente y su eficiencia energética.

-Utilización del programa de optimización de proyectos de arquitectura, basados en el balance térmico. Se obtendrá la necesidad de calefacción, el consumo de energía anual, Coeficiente Global de Pérdidas, Coeficiente Neto de Pérdidas, y potencia instalada necesaria, en cuanto al enfriamiento en verano.

La posibilidad de simular el edificio escolar con el programa Simedif, es una tarea compleja ya que insume un considerable tiempo el cargado de datos en relación a la cantidad de locales que posee una escuela, exceptuando a los edificios pequeños o rurales

A pesar de ello se recomienda la utilización de este programa ya que es muy beneficioso para determinar si las temperaturas interiores de los locales se encuentran en el rango de confort.

Se plantea como futuros trabajos:

-Estudios similares, que puedan hacerse extensivos a proyectos, pero emplazados en Región bioambiental I (muy cálida) o II (cálida).

-Monitoreo térmico de la Escuela de Educación Especial N° 3, en condiciones reales de uso, una vez ejecutado este proyecto.

La arquitectura bioclimática significa un aporte sustancial en el camino hacia lograr una mejor calidad de vida de los usuarios por su bajo costo energético y económico; en la operatividad de los mismos mas aún tratándose de edificios públicos.

El cambio climático global estimula a la humanidad a recorrer un camino hacia la sustentabilidad en pos de no afectar el legado de las generaciones futuras.

Una buena arquitectura bioclimática es la que permite que el edificio se beneficie de ambientes interiores próximos al confort, para un margen de variación de las condiciones interiores bastante amplio, minimizando el acondicionamiento artificial. (Filippin, 2005).

AGRADECIMIENTOS:

Deseo expresar mi agradecimiento:

-A las autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), que en conjunto con la Unión de Arquitectos de Catamarca organizó este postgrado y nos ha permitido el aprendizaje de estas técnicas, alentándonos para que pueda repetirse y crecer en el camino de establecer una masificación de esta tecnología tan necesaria.

-A mi Director de Tesis: Ingeniero Industrial Alfredo Esteves Miramont, Investigador Científico del CONICET, Docente Investigador de la Universidad de Mendoza, que ha sido mi guía y consejero permanente durante el desarrollo de éste trabajo.

-Al aporte de cada uno de los docentes e investigadores que dictaron los módulos del postgrado y quienes contribuyeron a mi actual formación.

-Al Ministerio de Obras y Servicios Públicos que brinda apoyo al constante perfeccionamiento de su plantel profesional.

-Al asesoramiento generoso brindado por mi hermano, Ingeniero Marcelo Watkins, Magister en Energías Renovables.

Finalmente haberme permitido realizar este postgrado significa para esta postulante un paso importantísimo en el crecimiento de la profesión.

FIN

Referencias:

- Collet, L.E., Maristany A.R. (1995) Diseño Bioclimático de Viviendas, Ediciones Eudecor, Córdoba
- Czajkowski, Jorge D. y Gómez Analía F., (1994) Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia. Publicado por la Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Esteves A., Gelardi D. (2003) "Docencia en arquitectura sustentable: programa de optimización de proyectos de arquitectura basado en el balance térmico" Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 7, N° 2, pp 10.31-10.34. ISSN 0329-5184
- Filippin C., (1999) "Comportamiento energético de dos tipologías de edificios escolares en distintas localizaciones geográficas y distintos entornos", Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 3, pp 7.13-7.16
- Filippin C., (2005), "Energía Eficiente, Uso eficiente de la energía en edificios". Editorial Amerindia.
- Flores Larsen S. y Lesino G., 2000, "SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios". Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4, N° 2, pp. 8.53-8.58.
- Givoni, B (1969) "Man, Climate and Architecture" (Hombre, clima y arquitectura) Elsevier Publishing Company Limited, England.
- Gonzalo G.E, Ledesma S.L, Nota V, M (2003) "Estudios ambientales en aulas de escuelas públicas en San Miguel de Tucumán" Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.6.
- Hernández, A (2003) "Geosol: una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y la estimación de irradiación solar horaria" ASADES 2003, Argentina
- INTA (2001) Centro Regional NOA, Plan Tecnológico Regional 2001-2003
- IRAM (1990) – Norma 11604 – Acondicionamiento térmico de edificios, Ahorro de energía en calefacción, coeficiente volumétrico G de pérdida de calor.
- IRAM (1996) - Norma 11603 - Acondicionamiento térmico de edificios, clasificación bioambiental de la República Argentina.
- IRAM (1996) – Norma 11605 – Acondicionamiento térmico de edificios, condiciones de habitabilidad en edificios, Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- Leonardi, Carlos F. (1997) Publicación: Edificios Escolares Energéticamente Económicos", Ministerio de Cultura y Educación de La Pampa.
- M. Bellini, M. P. Bonini, M. Dallo, F. Garreta, C. Navntoft, P. Vejrup, GIA – UFLO, Grupo de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería en Ecología, Universidad de Flores (2005) "Mapa de recursos energéticos alternativos de la republica argentina, primera versión, aprovechamiento de energía eólica y solar" ". Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 9, pp 11.27 – 11.30 - ISSN 0329-5184
- Ministerio de cultura y Educación de la Nación, (1998) Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar. Instructivo del Ministerio de Educación de la Nación.
- Morláns, M.C. (1995). Regiones naturales de Catamarca: provincias geológicas y provincias fitogeográficas. Revista Ciencia y Técnica, UNCa N° 2
- Navarro Herminio Elio, (2009) Geógrafo Master en Conservación y Gestión del M. Ambiente – Página de Internet: Catamarca Guía, climas
- Olgway, V (1963) "Design with climate", Princeton University Press, Princeton.
- Quadri Nestor P. (2008) Energía Solar. Editorial Alsina.
- Quadri Nestor P. (1995) Instalaciones Sanitarias. Editorial Cesarini Hnos. 3° Edición.
- San Juan G., Hoses S., Gonzalez D., Piñeyro J., (2000) "Evaluación energética e incidencia de mejoras tecnológicas en tipologías escolares bonaerenses", Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4. pp. 05-83.

-
- San Juan G., Hoses S., Gonzalez D., Piñeyro J., (2000) "Sensibilidad de variables edilicias y energéticas de tipologías edilicias escolares en dos situaciones regionales de nuestro país", Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4, pp. 07-29
 - Secretaría de Energía de la Nación, 1998. "Atlas de Potencial Solar de la República Argentina".
 - SMN, Servicio Meteorológico Nacional (1971-1980) datos estadísticos para Tinogasta. Catamarca

ANEXO 1: PLANILLA DE LOCALES BÁSICOS REQUERIDOS POR LA ESCUELA DE EDUCACION ESPECIAL N° 3 “AMOR Y ESPERANZA”

AREA	CANT N°	SUPERFICIE (m²)		OBSERVACIONES
		MINIMA	ACONSEJABLE	
NIVEL INICIAL				
SALA	2	25.00	----	Provista de mesada y pileta, incluye lugar de guardado
SALA DE MÚSICA Y EXPRESIÓN CORPORAL	1	25.00	----	Incluye lugar de guardado
NIVEL PRIMARIO				
AULAS	2	25.00	----	Incluye lugar de guardado.
AULA INTEGRADOS	1	25.00	----	
ORGANIZACIÓN NO GRADUADA				
AULA	2	25.00	----	
PRE-TALLER/TALLER				
PRETALLER CARPINTERIA	1	30.00	----	Para el desarrollo de actividades de Carpintería.
TALLER PANADERIA	1	60.00	----	Provisto de mesada de apoyo y pileta, incluye superficie depósito.
ESPACIOS PEDAGOGICOS COMUNES				
GABINETES	3	9.00	----	
SALA DE INFORMATICA/ BIBLIOTECA	1	40.00	----	
SALA DE USOS MULTIPLES	1	25.00	----	
SALON USOS MULTIPLES	1	100.00	----	Para el desarrollo de actividades de: comedor, recreativas, institucionales, etc
GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN				
DIRECCIÓN	1	9.00	----	Incluye lugar de guardado.
SALA DOCENTE	1	12.00	----	
SERVICIOS				
COCINA	1	20.00	----	Incluye depósito
COMEDOR	1	50.00	----	
SANITARIOS NIVEL INICIAL				
NIÑOS/AS	2	2.20	----	Artefactos adecuados a la edad de los educandos.
	1	4.00	Para minusválidos	Artefactos adecuados a la edad de los educandos
SANITARIOS PRIMARIO -ORGANIZACIÓN NO GRADUADA - PRE -TALLER - TALLER				
MUJERES	1	15.00	----	2 inodoros, 2 lavabos.
VARONES	1	15.00	----	2 inodoros, 2 migitorios, 2
DISCAPACIT.	1	4.00	----	Fácil acceso e identificación.
S° DOCENTES	2	2.60	----	Diferenciados por sexo
RECREACION NIVEL INICIAL				
RECREACION PRIMARIA	1	100.00	----	

ANEXO 2: DATOS CLIMÁTICOS ESTADÍSTICOS (PERÍODO 1971-1980)

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media			Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	
Ene	33.3	24.8	17.8	61	14	5	10	9	63.0
Feb	32.0	23.6	16.5	66	13	6	7	6	46.0
Mar	30.1	21.6	14.9	68	12	9	8	5	21.0
Abr	26.3	16.9	8.7	66	11	14	5	2	13.0
May	23.3	13.2	4.0	67	10	14	5	0.4	1.0
Jun	20.6	9.7	-0.4	62	12	16	4	0.7	1.0
Jul	21.3	10.1	-0.2	56	13	17	4	0.4	2.0
Ago	22.7	12.0	1.1	51	13	19	3	0.9	2.0
Sep	25.6	15.5	5.0	47	14	17	4	0.8	1.0
Oct	29.5	20.2	9.8	46	15	15	3	1	4.0
Nov	31.7	22.7	13.1	49	15	13	4	2	5.0
Dic	33.4	24.9	16.5	53	14	6	6	5	24.0

ANEXO 3: TABLA GRADO-DÍA

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
cantidad de días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
t max °C	33.3	32	30.1	26.3	23.3	20.6	21.3	22.7	25.6	29.5	31.7	33.4
t mín °C	17.8	16.5	14.9	8.7	4	-0.4	-0.2	1.1	5	9.8	13.1	16.5
t med. °C	25.6	24.5	21.6	16.9	13.2	9.7	10.1	12	15.5	20.2	22.7	24.9
temp. base calef. °C				18	18	18	18	18	18			
▲ temperaturas				1.1	4.8	8.3	7.9	6	2.5			
G°D calefacción mes	0	0	0	33	148.8	249	244.9	186	75	0	0	0
G°C calefacción anual												
936.7												
temp. base enfriam. °C	25	25	25							25	25	25
▲ temperaturas	8.3	7	5.1							4.5	6.7	8.4
/ en dos	4.15	3.5	2.55							2.25	3.35	4.2
G°C enfriam. Mes	128.65	98	79.05	0	0	0	0	0	0	69.75	100.5	130.2
G°C enfriamien. anual												
606.15												

ANEXO 4: TABLA CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA (K) DE LAS ENVOLVENTES.

MUROS EXTERIORES

NORMA IRAM 11601		CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA			
PROYECTO:	Escuela Educación Especial N° 3 "Amor y Esperanza"- TINOGASTA				
ELEMENTO:	Muro doble de suelo-cemento c/aislación revocado ambas caras				
EPOCA DEL AÑO:	Invierno	FLUJO DE CALOR:	Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL:	Templado frío - IV a - Subzona de montaña				
	e	λ	R	ρ	M
Capa del elemento constructivo	m	W/m k	m² K/W	Kg/m³	Kg/m²
Resistencia superficial exterior			0.13		
1- Revoque exterior	0.025	1.16	0.022	1900	47.5
2- Bloque de suelo-cemento	0.14	0.32	0.438	1500	210
3- Pintura asfáltica	0.005	0.70	0.007	2000	10
4- Poliestireno expandido	0.05	0.04	1.429	15	0.75
5- Bloque de suelo-cemento	0.14	0.32	0.438	1500	210
6- Revoque interior	0.025	0.93	0.027	1900	47.5
Resistencia superficial interior			0.04		
TOTAL	0.385		2.53		525.75
Transmitancia térmica del componente (W/m²K)			0.395		
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605 (W/m²K)				INVIERNO 0.96 (NIVEL "B")	
Temperatura Mínima de diseño 4.4°C				INVIERNO 1.67 (NIVEL "C")	
Cumple con Norma IRAM 11605: SI					

ELEMENTO:	Muro simple Ladrillón, revocado ambas caras				
EPOCA DEL AÑO:	Invierno	FLUJO DE CALOR:	Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL:	Templado frío - IV a - Subzona de montaña				
	e	λ	R	ρ	M
Capa del elemento constructivo	m	W/m k	m² K/W	Kg/m³	Kg/m²
Resistencia superficial exterior			0.13		
1- Revoque exterior	0.025	1.16	0.022	1900	47.5
2- Ladrillón	0.18	0.91	0.198	1800	324
3- Revoque interior	0.025	0.93	0.027	1900	47.5
Resistencia superficial interior			0.04		
TOTAL	0.23		0.42		419.00
Transmitancia térmica del componente (W/m²K)			2.38		
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605 (W/m²K)				INVIERNO 0.96 (NIVEL "B")	
Temperatura Mínima de diseño 4.4°C				INVIERNO 1.67 (NIVEL "C")	
Cumple con Norma IRAM 11605: NO					

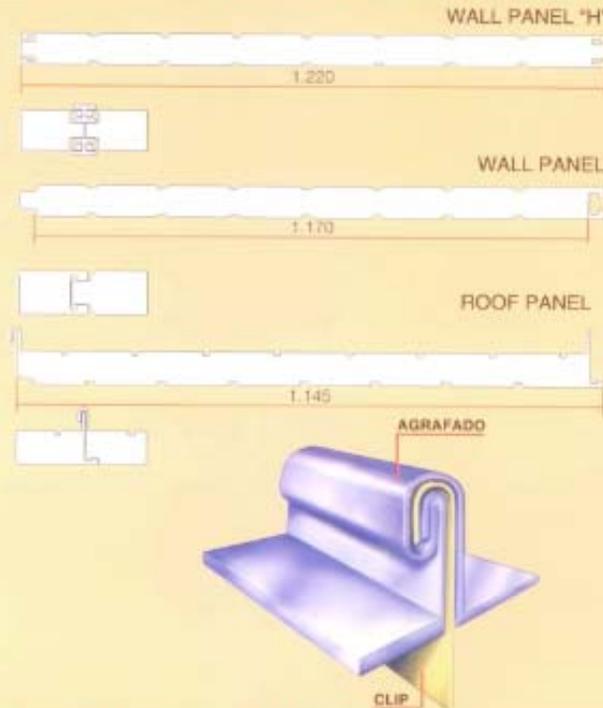
CUBIERTAS Y TECHOS

NORMA IRAM 11601	CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA				
PROYECTO:	Escuela Educación Especial N° 3 "Amor y Esperanza"- TINOGASTA				
ELEMENTO:	Losa H°A° , term. placa roca yeso interior y baldosa ceramica exterior				
EPOCA DEL AÑO:	Invierno	FLUJO DE CALOR:		ascendente	
ZONA BIOAMBIENTAL:	Templado frío - IV a - Subzona de montaña				
Capa del elemento constructivo	e m	λ W/m k	R m² K/W	ρ Kg/m³	M Kg/m³
Resistencia superficial exterior			0.04		
1- Baldosa cerámica	0.01	0.700	0.01	2100	21
2- Mortero de asiento	0.025	0.890	0.03	1900	47.5
3- Membrana asfáltica	0.004	0.700	0.01	2000	8
4- Carpeta cementicia	0.02	0.910	0.02	1100	22
5-Poliestireno expandido	0.07	0.035	2.00	15	1.05
6- Relleno p/pendiente c/cascotes	0.05	0.760	0.07	1600	80
7- Pintura asfáltica	0.002	0.160	0.013	1050	2.1
8- Losa H°A	0.12	0.970	0.12	1800	216
9- Revoque interior	0.025	0.930	0.03	1900	47.5
10-					
Resistencia superficial interior			0.10		
TOTAL	0.326		2.439		445.15
Transmitancia térmica del componente (W/m²K)			0.41		
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605 (W/m²K)				INVIERNO 0.79 (NIVEL "B")	
Temperatura Mínima de diseño 4.4°C				INVIERNO 1.00 (NIVEL "C")	
Cumple con Norma IRAM 11605: SI					

ELEMENTO:	Cubierta de chapa con lana de vidrio y cielorraso placa roca yeso				
EPOCA DEL AÑO:	Invierno	FLUJO DE CALOR:		ascendente	
ZONA BIOAMBIENTAL:	Templado frío - IV a - Subzona de montaña				
Capa del elemento constructivo	e m	λ W/m k	R m² K/W	ρ Kg/m³	M Kg/m³
Resistencia superficial exterior			0.04		
1- Chapa galvanizada	0.0030	58.000	0.0001		
2- Cámara de aire	0.43		0.14		
3- Lana de vidrio	0.0750	0.043	1.74	14	1.05
4- Placa roca de yeso (Durlock)	0.0120	0.310	0.04	600	7.2
Resistencia superficial interior			0.10		
TOTAL	0.52		2.06		8.25
Transmitancia térmica del componente (W/m²K)			0.48		
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605 (W/m²K)				INVIERNO 0.96 (NIVEL "B")	
Temperatura Mínima de diseño 4.4°C				INVIERNO 1.67 (NIVEL "C")	
Cumple con Norma IRAM 11605: SI					

ANEXO 5: DATOS DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PANELES AUTOPORTANTES ACIER

LOS PANELES ACIER PARA NAVES INDUSTRIALES SON AUTOPORTANTES. CON NUCLEO AISLANTE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS DE 15, 20 O 25 kg/m³ Y UNA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (λ) DE 0,037 A 0,033 W/m²·K. EN POLIURETANO PUR POSEEN UN λ DE 0,023W/m²·K. EN TODOS LOS CASOS LAS ESPUMAS RIGIDAS UTILIZADAS RESPONDEN A LA CLASIFICACION "AUTOEXTINGUIBLES" SEGUN NORMA DIM 4102 O RETARDANTE DE LLAMA R1 SEGUN NORMA IRAM ABTN MB 1562 E IRAM 11918.



TRANSMITANCIA TÉRMICA (K) EN FUNCIÓN DEL ESPESOR

(Para un núcleo de EPS de 15 Kg/m³)

ESPOSOR (mm)	Transmitancia Térmica (K)	
	W/m ² K	kcal/h·m ² ·°C
50	0,741	0,637
70	0,529	0,455
100	0,370	0,318
120	0,308	0,265
140	0,265	0,227
180	0,205	0,177
200	0,185	0,159

RESISTENCIA TÉRMICA (R) EN FUNCIÓN DEL ESPESOR

ESPOSOR (mm)	Resistencia Térmica (R)	
	m ² K/W	h·m ² °C/kcal
50	1,35	1,57
70	1,89	2,20
100	2,70	3,14
120	3,24	3,77
140	3,78	4,40
180	4,87	5,66
200	5,41	6,29

DIMENSIONES

ANCHO UTIL	W.P.H.-	1220 mm
	W.P.-	1170 mm
	R.P.-	1145 mm
LARGO	Hasta 20 metros	
ESPOSOR	Desde 50 a 300 mm (milímetros)	

DISTANCIA ENTRE APOYOS DEL PANEL AUTOPORTANTE EN FUNCIÓN DEL ESPESOR Y LA CARGA MÁXIMA EN kg/m². PARA UNA FLECHA L/240, CON RECUBRIMIENTO DE CHAPA.

ESPOSOR DEL PANEL mm	PESO DEL PANEL kg/m ²	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE APOYOS EN METROS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	10,00	333	137	71	40	24	16	10	--	--	--	--	--
70	10,35	471	203	105	59	36	24	17	14	10	--	--	--
100	10,89		308	159	89	57	39	29	22	17	14	11	--
120	11,25		395	190	107	68	47	34	26	20	16	13	11
140	11,60		465	222	125	80	55	40	31	24	19	16	13
180	12,32		632	283	161	103	70	52	40	31	26	21	17
200	12,69			317	178	114	79	58	44	35	28	23	19



1. No daña la capa de ozono
Seguro para Ud y para el medio ambiente. No contiene CFC's.



2. Gran aislación térmica
Amplio rango térmico. Se emplea para el aislamiento de temperaturas máximas de hasta 50°C.



3. Aislante térmico de bajas temperaturas.
En bajas temperaturas, se lo emplea para el aislar hasta los -150 °C. Con la particularidad de que su capacidad aislante aumenta proporcionalmente con la disminución de la temperatura de trabajo.



4. Evita la filtración de agua.
Reduce significativamente la posibilidad de daños debidos al ingreso de agua y humedad por el tipo de unión entre paneles.



5. La calidad se mantiene inalterable lo largo del tiempo.
Minimizando los gastos de mantenimiento.



6. No propaga el fuego.
Presenta un excelente comportamiento al fuego por su reducida capacidad de propagación de llama y su despreciable carga de fuego (el núcleo de EPS posee un 98 % de aire).

ANEXO 6: TABLA CÁLCULO COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE PÉRDIDAS (G)

PLANILLA DE CÁLCULO				
EDIFICIO: ESCUELA ESPECIAL N° 3 - TINOGASTA - CATAMARCA - ZONA BIOAMBIENTAL IV - SUBZONA "a" - TEMPLADO FRÍO DE ALTA MONTAÑA GRADO DÍA BASE 18: 937				
ENVOLVENTE: SE CONSIDERA AL EDIFICIO PARTE ENTRE MEDIANERAS Y PARTE AISLADO T1 (MURO DOBLE) T2 (MURO SIMPLE) T3 (PANEL ACIER) T4 (LOSA H° A°) T5 (CUBIERTA DE CHAPA)				
SUPERFICIE ÚTIL EN PLANTA m ²	SUP. CUBIERTA m ²	ALTURA m	PLANTAS	VOLÚMEN m ³
999.35	1218.63	variable	1	4376.75
CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO	SUPERFICIE m ²	K w/m ² K	S*K W/K	
T1-muro doble lad.común, suelocemento c/poliestireno expandido 5 cm esp.	602.14	0.45	270.96	
T2-muro simple ladrillón 18 cm s/aislar	109.82	2.37	260.27	
T3- panel tipo Acier autoportantes c/ poliuretano	95.45	0.74	70.63	
T4-cubierta sobre losa H°A C/poliestireno expandido 7.5 cm esp.	503.77	0.42	211.58	
T4-cubierta de chapa c/lana de vidrio 75 mm	597.59	0.43	256.96	
			1070.42	
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES				
ELEMENTO	SUPERFICIE m ²	CANTIDADES	K w/m ² K	S*K W/K
V1 - V1"	4.50	2	5.26	47.34
V2 - V2"	1.50	4	5.26	31.56
V3	4.50	1	5.26	23.67
V4 (6) - V5(3)	0.75	9	5.26	35.51
V6	1.00	4	5.26	21.04
V7	0.5	7	5.26	18.41
V8	2.25	1	5.26	11.84
V9 (4) - V10 (5)	0.6	9	5.26	28.40
VENTANA LATERAL P3 AULAS	0.61	5	5.26	16.04
V11 SUM	1.62	1	3.45	5.59
V12 SUM	2.26	1	3.45	7.80
V13 SUM	2.65	1	5.26	13.94
V14 - V15 AULAS	2.6	2	5.26	27.35
V16 AULA	2.81	1	5.26	14.78
V17 AULA	3.29	1	5.26	17.31
V18 AULA	2.86	1	5.26	15.04
PAÑOS FIJOS DEL SUM INCLUYE				
P1	133	1	3.45	458.85
P2 (no opaca vidrio)	1.94	4	3.45	26.77
P2 (opaca aluminio)	1.98	4	2.5	19.80
P3 (no opaca vidrio)	1.54	7	3.45	37.19
P3 (opaca aluminio)	1.44	7	2.5	25.20

P4 (no opaca vidrio)	1.12	2	3.45	7.73	
P4 (opaca aluminio)	1.88	2	2.5	9.40	
P5 (no opaca vidrio)	0.71	2	3.45	4.90	
P5 (opaca aluminio)	1.42	2	2.5	7.10	
				932.55	
OTROS CERRAMIENTOS HACIA LOCALES NO CALEFACCIONADOS					
ELEMENTO	SUPERFICIE m2	Factor de Corrección	K w/m2K	S*Factor*K W/K	
T1" medianera bibliot. JIN. Sala doc.	100.13	0.50	0.45	22.53	
				22.53	
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO					
PERÍMETRO m	Conduct.Terr W/mk	B (tabla VIII) m	Factor Corrección	K w/m2K	PÉRDIDA W/K
184.72	1.2	0.69	1.00	2.01	256.57
				256.57	
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN W/K				2282.07	
RENOVACIÓN DE AIRE POR INFILTRACIÓN					
VELOCIDAD DEL VIENTO km/h	"C"	VELOCIDAD CORREGIDA Km/h	A TABLA IV infiltración según tipo carpintería		
13	1(zona suburbana)	13			
CERRAMIENTOS MÓVILES					
ELEMENTOS		SUPERFICIE m2	INFILTRACIÓN m3/ m2h	S*I m3/h	
Aberturas proyectables de aluminio V1V2V3V5V6V14V15V16V17V18		24.09	3.25	78.29	
Aberturas de rebatir de aluminio V4V7P1P2P3P4P5		64.45	16.25	1047.31	
VOLÚMEN TOTAL DE INFILTRACIÓN				1125.60	
NÚMERO DE RENOVACIONES 1125.60m3/h/ 4376.75 m3=		0.26 (SE TOMA 1 m3/h MÍNIMO)			
PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS POR INFILTRACIÓN= 0.35*1= 0.35 W/ m3°k					
PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS POR TRANSMISIÓN= 2282.07/4376.35= 0.52 W/m3°k					
Gcálculo	0.52+0.35=	0.87	W/m3°k		
Gadmisible	2.05	W/m3°k	OBTENIDO DE TABLA II		
Gcálculo es menor que Gadmisible		VERIFICA			

ANEXO 7: CARGA TÉRMICA POR MUROS Y TECHOS TIPO 1

1-1 Area y conductancia térmica de Muros y techos tipo 1

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos	
Area	197.72	0.00	104.82	0.00	149.24	0.00	139.12	0.00	503.77	
Conductancia	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.42	
1-1 Energía ganada por muros y techos										
Total										
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Muros 1	Techos 1
Horas										
0	533.8	0.0	235.8	0.0	873.1	0.0	751.2	0.0	2394.0	634.8
2	444.9	0.0	188.7	0.0	604.4	0.0	125.2	0.0	1363.2	634.8
4	355.9	0.0	141.5	0.0	335.8	0.0	125.2	0.0	958.4	634.8
6	355.9	0.0	141.5	0.0	268.6	0.0	313.0	0.0	1079.1	2115.8
8	444.9	0.0	283.0	0.0	201.5	0.0	313.0	0.0	1242.4	2115.8
10	444.9	0.0	283.0	0.0	402.9	0.0	313.0	0.0	1443.9	2115.8
12	1156.7	0.0	518.9	0.0	402.9	0.0	313.0	0.0	2391.5	2327.4
14	889.7	0.0	566.0	0.0	470.1	0.0	313.0	0.0	2238.9	3596.9
16	800.8	0.0	566.0	0.0	671.6	0.0	375.6	0.0	2414.0	4231.7
18	800.8	0.0	471.7	0.0	1007.4	0.0	563.4	0.0	2843.3	4866.4
20	800.8	0.0	424.5	0.0	1074.5	0.0	876.5	0.0	3176.3	4654.8
22	711.8	0.0	377.4	0.0	1007.4	0.0	939.1	0.0	3035.6	4443.3

ANEXO 8: CARGA TÉRMICA POR MUROS Y TECHOS TIPO 2

1-2 Area y conductancia térmica de Muros y techos tipo 2

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos
Area	0.00	0.00	48.00	0.00	4.23	0.00	54.29	0.00	597.59
Conductancia	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	0.43

1-3 Energía ganada por muros y techos

Orientación	Total								
	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos 2
Horas									
0	0.0	0.0	568.8	0.0	130.3	0.0	1544.0	0.0	2243.1
2	0.0	0.0	455.0	0.0	90.2	0.0	257.3	0.0	802.6
4	0.0	0.0	341.3	0.0	50.1	0.0	257.3	0.0	648.7
6	0.0	0.0	341.3	0.0	40.1	0.0	643.3	0.0	1024.7
8	0.0	0.0	682.6	0.0	30.1	0.0	643.3	0.0	1356.0
10	0.0	0.0	682.6	0.0	60.2	0.0	643.3	0.0	1386.0
12	0.0	0.0	1251.4	0.0	60.2	0.0	643.3	0.0	1954.8
14	0.0	0.0	1365.1	0.0	70.2	0.0	643.3	0.0	2078.6
16	0.0	0.0	1365.1	0.0	100.3	0.0	772.0	0.0	2237.4
18	0.0	0.0	1137.6	0.0	150.4	0.0	1158.0	0.0	2446.0
20	0.0	0.0	1023.8	0.0	160.4	0.0	1801.3	0.0	2985.6
22	0.0	0.0	910.1	0.0	150.4	0.0	1930.0	0.0	2990.5

ANEXO 9: CARGA TÉRMICA POR MURO TIPO 3

1-3 Area y conductancia térmica de Muros tipo 3

Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Techos	
Area	42.74	0.00	0.00	0.00	46.29	0.00	0.00	0.00	0.00	
Conductancia	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.00	
1-3 Energía gananda por muros y techos										
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total	
Horas									Muros 3	
0	189.8	0.0	0.0	0.0	445.3	0.1	0.0	0.0	0.0	635.1
2	158.1	0.0	0.0	0.0	308.3	0.0	0.0	0.0	0.0	466.5
4	126.5	0.0	0.0	0.0	171.3	0.0	0.0	0.0	0.0	297.8
6	126.5	0.0	0.0	0.0	137.0	0.0	0.0	0.0	0.0	263.5
8	158.1	0.0	0.0	0.0	102.8	0.0	0.0	0.0	0.0	260.9
10	158.1	0.0	0.0	0.0	205.5	0.0	0.0	0.0	0.0	363.7
12	411.2	0.0	0.0	0.0	205.5	0.0	0.0	0.0	0.0	616.7
14	316.3	0.0	0.0	0.0	239.8	0.0	0.0	0.0	0.0	556.1
16	284.6	0.0	0.0	0.0	342.5	0.0	0.0	0.0	0.0	627.2
18	284.6	0.0	0.0	0.0	513.8	0.0	0.0	0.0	0.0	798.5
20	284.6	0.0	0.0	0.0	548.1	0.1	0.0	0.0	0.0	832.8
22	253.0	0.0	0.0	0.0	513.8	0.1	0.0	0.0	0.0	766.9

ANEXO 10: GANANCIA POR ABERTURAS POR CONDUCCIÓN VIDRIO SIMPLE

2-1 Area y conductancia térmica de aberturas										
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S		
Area	7.63	0.00	20.22	0.00	13.06	0.00	8.62	0.00		
Conductancia	5.26	0	5.26	0	5.26	0	5.26	0.00		
2-2 Energía ganada por aberturas - por conducción										
T.Int.: <input type="text" value="25"/> °C										
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total	
Horas										
0	-118.34254	0	-313.615476	0	-202.56272	0	-133.6976	0	-768.21832	
2	821.2118	0	-482.664927	0	-311.75094	0	-205.76517	0	-178.96924	
4	757.42113	0	-651.714379	0	-420.93916	0	-277.83274	0	-593.06515	
6	714.38164	0	-765.77184	0	-494.60832	0	-326.45664	0	-872.45516	
8	799.69205	0	-539.693658	0	-348.58552	0	-230.07712	0	-318.66424	
10	1162.4534	0	421.6478015	0	272.34027	0	179.75292	0	2036.1944	
12	1376.1138	0	987.8616272	0	638.05504	0	421.13587	0	3423.1663	
14	1482.9439	0	1270.96854	0	820.91242	0	541.82734	0	4116.6522	
16	1419.1532	0	1101.919088	0	711.7242	0	469.75977	0	3702.5563	
18	1247.7639	0	647.7259837	0	418.36307	0	276.13244	0	2589.9854	
20	1055.6233	0	138.5408887	0	89.482889	0	59.061447	0	1342.7085	
22	951.86738	0	-136.419063	0	-88.112411	0	-58.15689	0	669.17902	

ANEXO 11: GANANCIA POR ABERTURAS POR CONDUCCIÓN VIDRIO DOBLE (DVH)

2-1 Area y conductancia térmica de aberturas												
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S				
Area	0	0.00	59.28	0.00	37.95	0.00	59.19	0.00				
Conductancia	0	0	3.45	0	3.45	0	3.45	0.00				
2-2 Energía gananda por aberturas - por conducción												
T.Int.: 25 °C												
Orientación Horas	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total			
0	0	0	-603.05633	0	-386.06592	0	-602.14076	0	-1591.263			
2	0	0	-928.12429	0	-594.16863	0	-926.71519	0	-2449.0081			
4	0	0	-1253.1922	0	-802.27135	0	-1251.2896	0	-3306.7532			
6	0	0	-1472.5152	0	-942.678	0	-1470.2796	0	-3885.4728			
8	0	0	-1037.7858	0	-664.37196	0	-1036.2102	0	-2738.3679			
10	0	0	810.793456	0	519.05553	0	809.56249	0	2139.4115			
12	0	0	1899.57529	0	1216.0743	0	1896.6913	0	5012.3409			
14	0	0	2443.9662	0	1564.5836	0	2440.2557	0	6448.8056			
16	0	0	2118.89824	0	1356.4809	0	2115.6813	0	5591.0604			
18	0	0	1245.52289	0	797.36157	0	1243.6319	0	3286.5164			
20	0	0	266.402542	0	170.54616	0	265.99808	0	702.94679			
22	0	0	-262.32245	0	-167.93416	0	-261.92418	0	-692.18079			

ANEXO 12: GANANCIA POR ABERTURAS POR RADIACIÓN

2-3 Energía ganada por aberturas - por radiación solar										
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S		
Area	7.63	0	79.5	0	51.01	0	68.45	0		
Indice por tipo de protección:										
	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0		
Orientación	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S	Total	
Horas										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	548.25258	0	0	0	0	0	0	0	548.25258	
8	581.96391	0	6895.62489	0	296.54664	0	509.35562	0	8283.491	
10	195.17082	0	7542.66744	0	450.75089	0	604.85979	0	8793.4489	
12	67.422648	0	3974.68995	0	2550.3011	0	604.85979	0	7197.2735	
14	67.422648	0	702.50334	0	4839.6411	0	1750.9099	0	7360.477	
16	56.776966	0	462.17325	0	4424.4758	0	5220.8951	0	10164.321	
18	0	0	0	0	0	0	4918.4652	0	4918.4652	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ANEXO 13: GANANCIA POR ABERTURAS POR INFILTRACIÓN

3- Ganancia de calor por infiltración						
Volumen del espacio:				4376.75 m ³		
Densidad relativa del aire:				1.05		
Temperatura interior:				25 °C		
Energía ganada por infiltración y ventilación						
Infiltración				Ventilación		
Horas	RAH			Horas	RAH	
0	1	-4742.9		0	0	0.0
2	1	-7299.4		2	0	0.0
4	1	-9856.0		4	0	0.0
6	1	-11580.9		6	15	-173713.2
8	1	-8161.9		8	15	-122428.0
10	1	6376.6		10	0	0.0
12	1	14939.6		12	0	0.0
14	1	19221.0		14	0	0.0
16	1	16664.5		16	0	0.0
18	1	9795.7		18	0	0.0
20	1	2095.2		20		0.0
22	1	-2063.1		22		0.0

ANEXO 14: GANANCIA POR OCUPANTES

Numero de ocupantes (Noc.)				
Nivel de actividad (N.A.) (en mets)				
Horas	N°Oc.	N.A.	Energía	Observaciones
0	0	0.8	0	escuela vacia
2	0	0.8	0	escuela vacia
4	0	0.8	0	escuela vacia
6	2	1.5	314.28	escuela vacia
8	41	1.5	6442.74	jornada escolar
10	41	1.5	6442.74	jornada escolar
12	41	1.5	6442.74	jornada escolar
14	0	1.5	0	escuela vacia
16	0	1.5	0	escuela vacia
18	0	1.5	0	escuela vacia
20	0	1.5	0	escuela vacia
22	0	0.8	0	escuela vacia

ANEXO 15: GANANCIAS TOTALES POR ENVOLVENTE E INTERNAS

Horas	Ganancias por la envolvente (Wh)										Ganancias Internas				
	Muros 1	Muros 2	Muro 3	Techos 1	Techos 2	Conducción	Radiación	Aberturas Infiltr.	Ventilac.	Ocup.	Ilumin.	Equip.			
0	2394.0	2243.1	635.1	634.8	770.9	-2359.5	0.0	-4742.9	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	3200
2	1363.2	802.6	466.5	634.8	770.9	-2628.0	0.0	-7299.4	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	1200
4	958.4	648.7	297.8	634.8	770.9	-3899.8	0.0	-9856.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	3200
6	1079.1	1024.7	263.5	2115.8	2569.6	-4757.9	548.3	-11580.9	-173713.2	314.3	314.3	12610	0.0	0	1200
8	1242.4	1356.0	260.9	2115.8	2569.6	-3057.0	8283.5	-8161.9	-122428.0	6442.7	6442.7	12610	0.0	0	3200
10	1443.9	1386.0	363.7	2115.8	2569.6	4175.6	8793.4	6376.6	0.0	6442.7	6442.7	4814	0.0	0	5750
12	2391.5	1954.8	616.7	2327.4	2826.6	8435.5	7197.3	14939.6	0.0	6442.7	6442.7	0	0.0	0	7500
14	2238.9	2078.6	556.1	3596.9	4368.4	10565.5	7360.5	19221.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	2700
16	2414.0	2237.4	627.2	4231.7	5139.3	9293.6	10164.3	16664.5	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	3200
18	2843.3	2446.0	798.5	4866.4	5910.2	5876.5	4918.5	9795.7	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	1200
20	3176.3	2985.6	832.8	4654.8	5653.2	2045.7	0.0	2095.2	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	3200
22	3035.6	2990.5	766.9	4443.3	5396.2	-23.0	0.0	-2063.1	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0	1200
Total	24580.3	22154.1	6485.7	32372.3	39315.4	23667.1	47265.7	25388.5	-296141.2	19642.5	19642.5	30034.0	6.4%	9.8%	36750.0
Porcentaje	8.0%	7.2%	2.1%	10.5%	12.8%	7.7%	15.4%	8.3%	-96.3%	6.4%	6.4%	9.8%			11.9%

ANEXO 16: VALOR ADMISIBLE DE COEFICIENTE VOLUMÉTRICO “G” EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN EDILICIO

