
4.5. SÍNTESIS COMPARATIVA: DE LA VIVIENDA ORIGINAL CON RELACIÓN A LA VIVIENDA TRANSFORMADA

Para determinar las características ambientales de las transformaciones se realizó una evaluación que consistió en un análisis comparativo del comportamiento térmico, lumínico y acústico de la vivienda original que se tomó como patrón y la vivienda transformada. Las mediciones se realizaron en el contexto natural, es decir, en el "patio" de la casa original y en el mismo espacio en la casa transformada, el que normalmente, corresponde a la sala de estar y/o comedor.

315

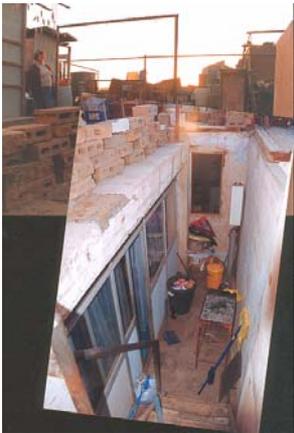
El análisis comparativo se realizó en la base a los datos recogidos por tres instrumentos de medición, en los que se mezclaron aspectos cualitativos y cuantitativos, estos correspondieron a: (1) Encuesta o entrevista con los residentes, (2) Observación existencial del espacio, (3) Medición con instrumentos compuesta de dos fases: el "paseo con instrumentos" y medición con "data logger". Estas estrategias se detallan en el capítulo 0.1.5. y documento anexo N°3.

Los resultados de la observación y de la encuesta se vaciaron en una matriz de datos en la que se cruzan los diversos aspectos considerados. Se tomó la decisión de no considerar en este análisis los datos de la medición acústica, por considerarlos insuficientes, sin embargo se hará una referencia general de estos.

Los aspectos considerados relevantes para definir la estrategia de análisis fueron: la forma del edificio, las características de la envolvente, la orientación y el color. Cada una de estas variables se analizaron tanto en la vivienda original como en la transformada y los aspectos evaluados fueron los de confort climáticos en su nivel térmico y confort visual en su nivel lumínico.

Cada uno de estos aspectos se desarrolla y presentan a continuación en forma extensa, ejemplificándolos con casos específicos y fundamentándolos en la información obtenida a través de los tres instrumentos.

TABLA N°35 MATRIZ DE DATOS DE LAS TRANSFORMACIONES SEGÚN PARÁMETROS DE CONFORT			
TIPO DE TRANSFORMACIÓN		(a) CONFORT CLIMÁTICO NIVEL TÉRMICO	(b) CONFORT VISUAL NIVEL LUMÍNICO
(4.5.1) FORMA DEL EDIFICIO	ORIGINAL	a/ PATIO ABIERTO CASA PATIO INTERIOR-EXTERIOR VOLUMENES AISLADOS HOMOGÉNEOS	b/ PATIO COMO FUENTE DE LUZ TAMAÑO DEL PATIO
	TRANSFORMADO	PATIO CERRADO CASA CON TERRAZA-PATIO INTERIOR-INTERIOR-EXTERIOR VOLÚMENES COMPACTOS HETEROGÉNEOS	EFECTO SOMBRA AISLAMIENTO
(4.5.2) ENVOLVENTE	ORIGINAL	a/ SOMBRAS EXTERIORES CUBIERTAS SIMPLES CUBOS BLANCOS BAJO LA LUZ	b/ CUERPOS A PLENA LUZ SÓLO VENTANAS PEQUEÑAS PROTECCIÓN EN LAS VENTANAS
	TRANSFORMADO	CUBIERTAS DOBLES CUBOS BAJO SOMBRAS Y FILTROS	VENTANAS GRANDES, MEDIANAS Y PEQUEÑAS ENVOLVENTE DE SOMBRAS Y PENUMBRA
(4.5.3) ORIENTACIÓN	ORIGINAL	a/ RELACIÓN DE ESPACIOS Y VENTANAS	b/ DIRECCIÓN DE LA FUENTE DE ILUMINACIÓN
	TRANSFORMADO	CAMBIO DE LA RELACIÓN DE ESPACIOS Y VENTANAS VENTILACIÓN CONTROLADA REDUCCIÓN DEL CALOR	
(4.5.4) COLOR	ORIGINAL	a/ BLANCO ALTA REFLEXIÓN CONVECCIÓN EXTERIOR	b/ BLANCO ALTA REFLEXIÓN-DESLUMBRAMIENTO
	TRANSFORMADO	INCIDENCIA DEL COLOR EXTERIOR AISLAMIENTO	INCIDENCIA DEL COLOR INTERIOR

TIPO ORIGINAL / PATIO ABIERTO	TIPO TRANSFORMADO / PATIO CERRADO
	

4.5.1.(a) FORMA DEL EDIFICIO / CONFORT CLIMÁTICO

(a-1) Nivel térmico: Incidencia de la radiación solar directa

- El comportamiento térmico de la vivienda no-transformada (patio abierto) y de la vivienda transformada (patio cerrado) evidentemente es diferente, mientras en la casa original se buscó el contacto directo con el medio ambiente, en función de las benignas condiciones ambientales, aún cuando, es necesaria la protección solar en verano y el aislamiento en invierno. Esta condición climático-ambiental, determina una diferencia conceptual en relación con el habitar lo abierto.
- La respuesta la tienen los usuarios que han cubierto los patios en más del 91% de las viviendas. De este porcentaje de patios cerrados se pueden especificar grados de cerramiento. Así, el 37,5% ha cerrado completamente el patio, un 54,2% ha dejado el patio semi-cerrado y sólo un 8,3% conserva el patio a cielo abierto.
- Sin embargo, la conexión de las viviendas que cuentan con un segundo piso, sigue realizándose por espacios exteriores abiertos o semi abiertos en un 67% de los casos y sólo un 33% de estas conexiones se realiza por espacios cerrados o interiores.

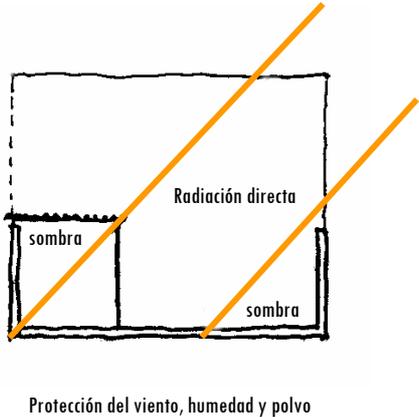
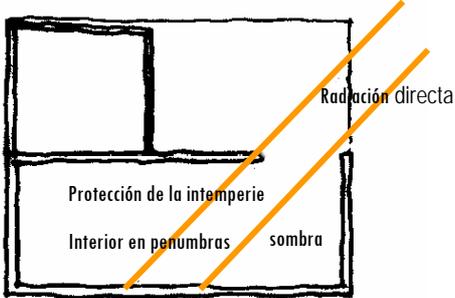
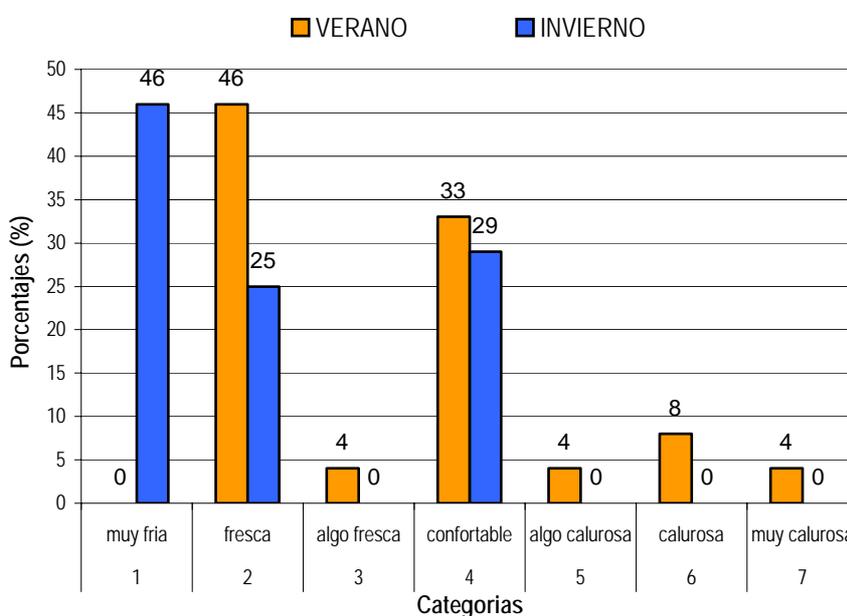
TIPO ORIGINAL / PATIO ABIERTO	TIPO TRANSFORMADO / PATIO CERRADO
	

Fig. N° 281 GRÁFICO DE LAS PREGUNTAS N° 41 Y 42 DE LA ENCUESTA DE CONFORT AMBIENTAL

De la percepción ambiental de los habitantes con relación al comportamiento térmico de la vivienda en época de invierno y verano.

- 1) A la pregunta N° 41 ¿cómo considera su casa en términos de confort térmico en verano? Un 50% encuentra su casa fresca o algo fresca, un 33% confortable y un 17% calurosa o algo calurosa.
- 2) A la pregunta N° 42 ¿cómo considera su casa en términos de confort térmico en invierno? Un 46% la considera muy fría, un 25% fresca y un 29% confortable.
- 3) En general, un 30% considera su casa confortable tanto en invierno como en verano, pero la tendencia es a considerar las viviendas frescas en verano y frías en invierno. Esto es un indicio que las viviendas se comportan mejor en verano (temporada más larga) que en el invierno.



En la figura N°282 que se presenta en la página siguiente, se observa la gráfica del comportamiento de las temperaturas y de la humedad relativa interior del recinto (sala de estar – patio) en todas las viviendas analizadas. El caso S21 (SALAR 21) y S12 (SALAR 12) corresponden a viviendas no transformadas. En estas podemos apreciar como (especialmente en el caso S21) el comportamiento es el más extremo respecto a las demás viviendas, lo que es lógico tratándose de un patio completamente abierto; esto confirma que las acciones de transformación están relacionadas con la necesidad de protección del medio ambiente.

Respecto a la apreciación que los habitantes tienen de sus viviendas, ésta difiere de las mediciones, que a nivel general se encuentran en los rangos de zonas de confort.

Fig. N° 282

GRÁFICO SÍNTESIS DEL REGISTRO DIARIO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL AMBIENTE INTERIOR DE LA SALA DE ESTAR DE TODAS LAS VIVIENDAS DE LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN CON RELACIÓN A LOS DEFINIDORES CLIMÁTICOS DE CONFORT

RECINTO: SALA DE ESTAR	Definidores climáticos	Confort verano	Confort invierno
Registro: Data logger	Temperatura (°C)	21-26	18-23
Intervalo muestreo cada 15 min	Humedad relativa (%)	50-90	50-80

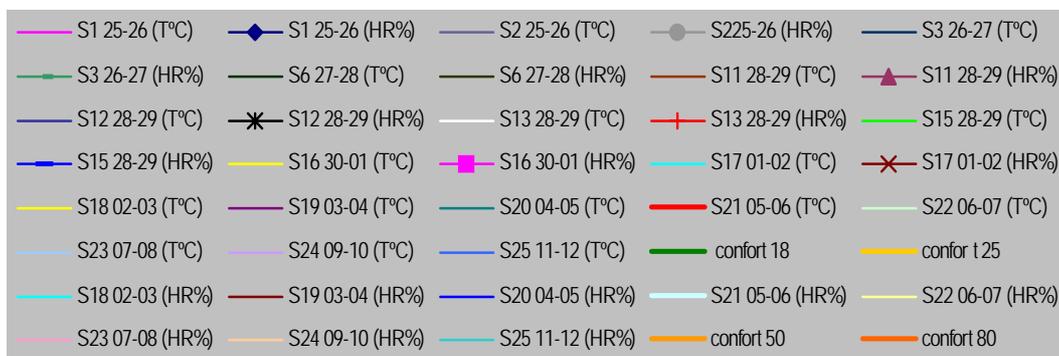
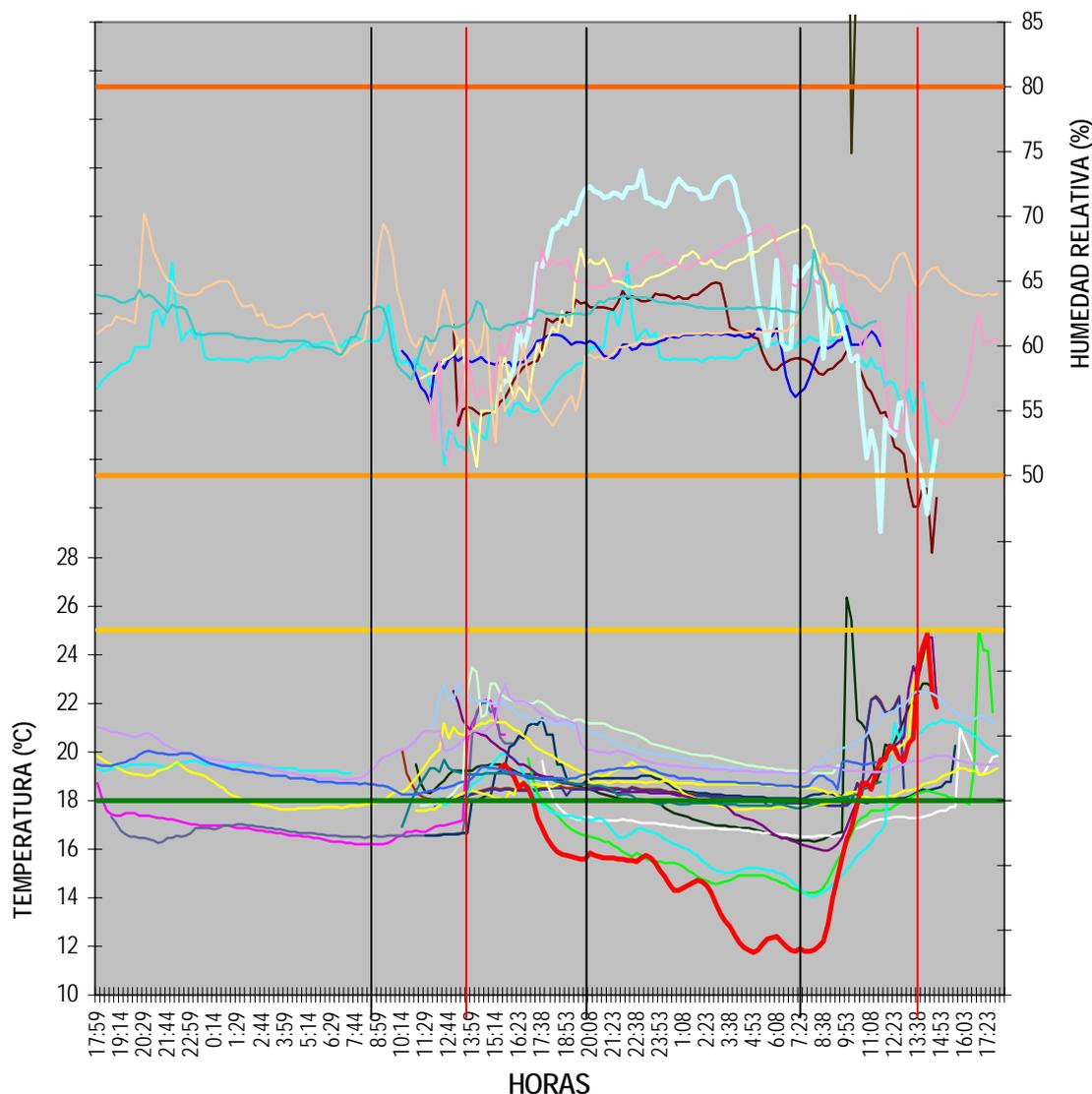
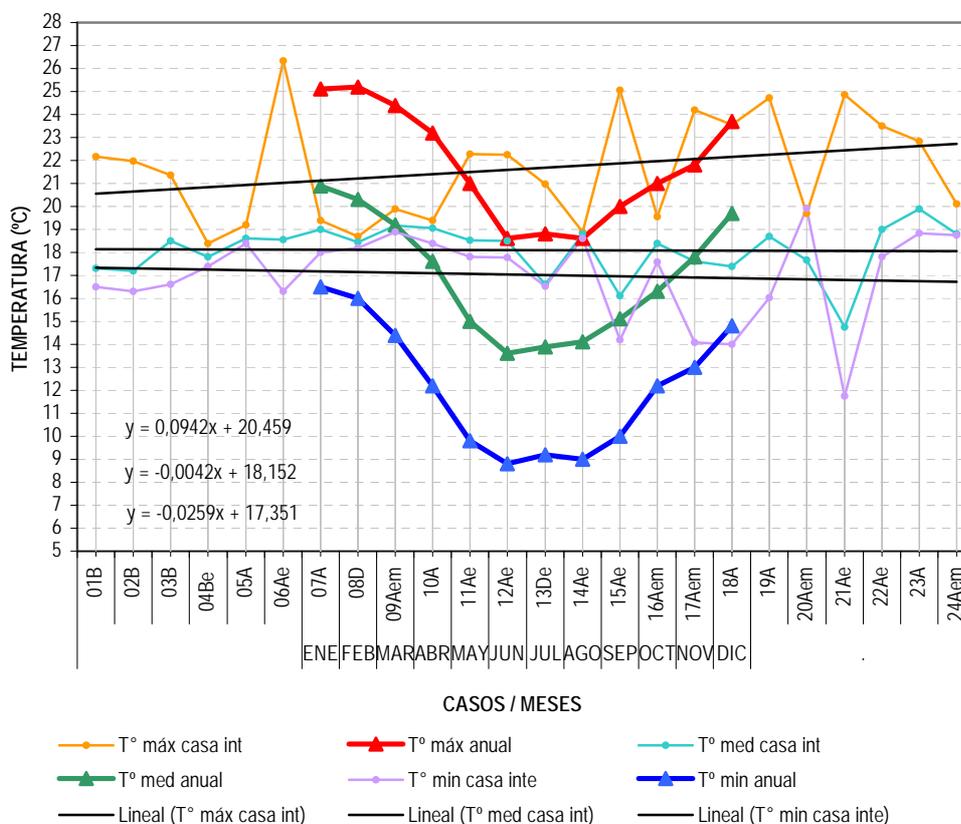
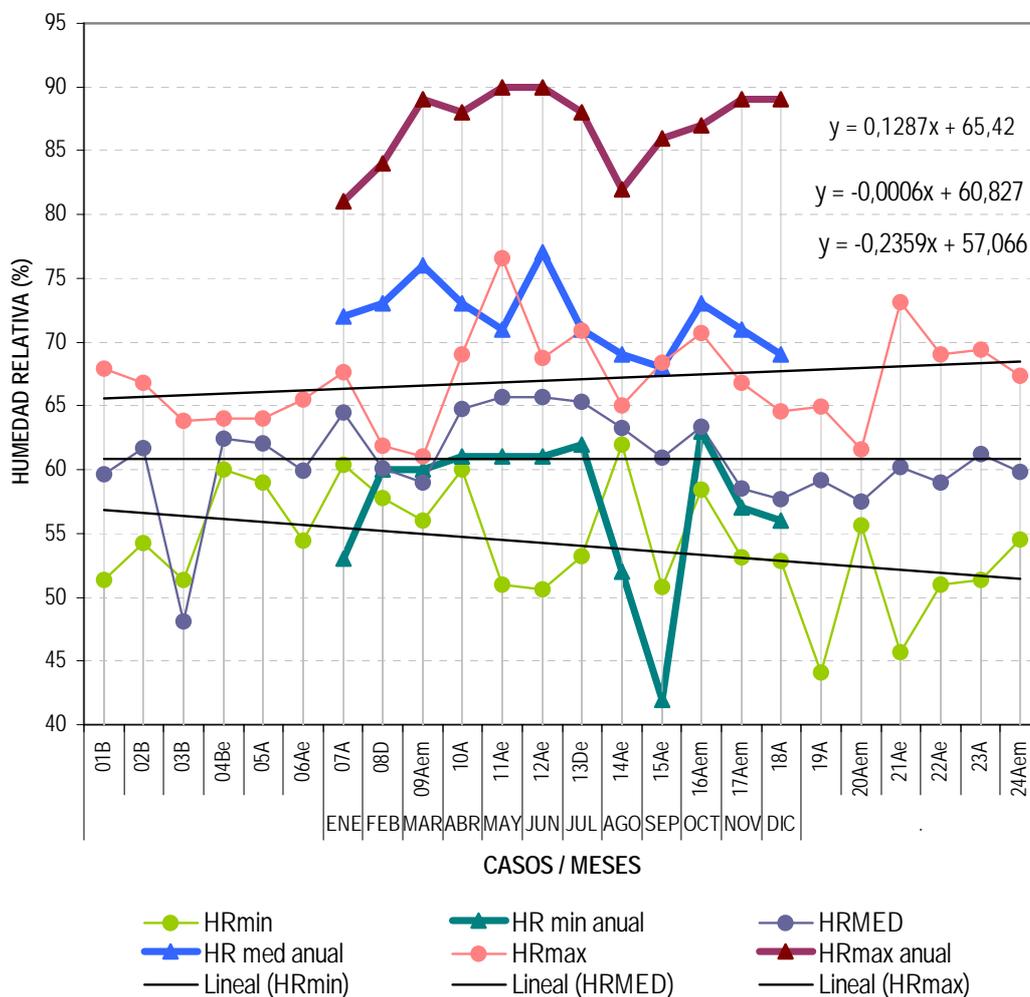


Fig. N° 283
GRÁFICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL AMBIENTE INTERIOR REGISTRADAS LOS MESES DE JUNIO-JULIO 2001 EN LAS VIVIENDAS DE LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN CON RELACIÓN A LAS TEMPERATURAS ANUALES TÍPICAS DE ANTOFAGASTA



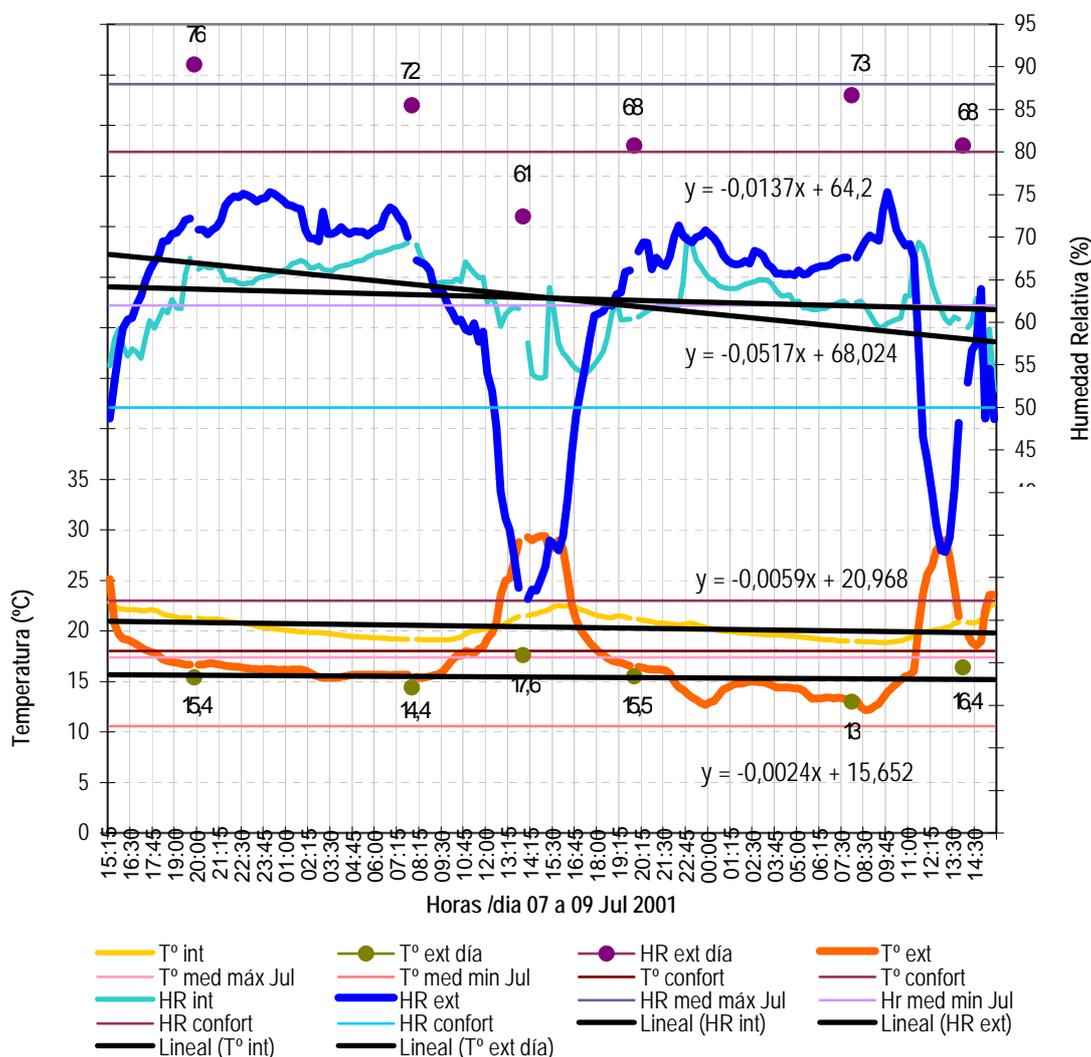
- 1) Los casos 12Ae y 21Ae se refieren a casas no transformadas, es decir, los patios se encuentran totalmente abiertos. Es notable, la gráfica del caso 21Ae, las temperaturas máximas, medias y mínimas se ajustan a los valores anuales. Así la temperatura máxima de verano casa interior es similar a la temperatura máxima anual y la temperatura mínima casa interior de invierno, no llegando a ser la mínima anual, es la más baja de todos los casos.
- 2) Los registros del caso 12Ae, son más discretos en relación al caso 21Ae, esto se debe a que el día de la medición estuvo cubierto y las temperaturas tienden a ser menos rigurosas, sin embargo, el registro de la temperatura mínima es ligeramente inferior a los 18°C, que para invierno es agradable.
- 3) Con relación al comportamiento térmico en los demás casos, todos transformados, la tendencia observable es que las temperaturas interiores (de invierno junio-julio) permanecen en la zona de confort (18°C a 20°C).
- 4) Mientras las diferencias de temperaturas (oscilación térmica) entre las máximas y mínimas en el interior no es de más de 3°C, en el exterior la oscilación puede ser de 9°C, manteniéndose esta diferencia constante entre invierno y verano.

Fig. N° 284
GRÁFICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD RELATIVA EN AMBIENTE INTERIOR REGISTRADA EN LOS MESES DE JUNIO-JULIO 2001 EN LAS VIVIENDAS DE LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN CON RELACIÓN A LA HUMEDAD RELATIVA ANUAL TÍPICA DE ANTOFAGASTA



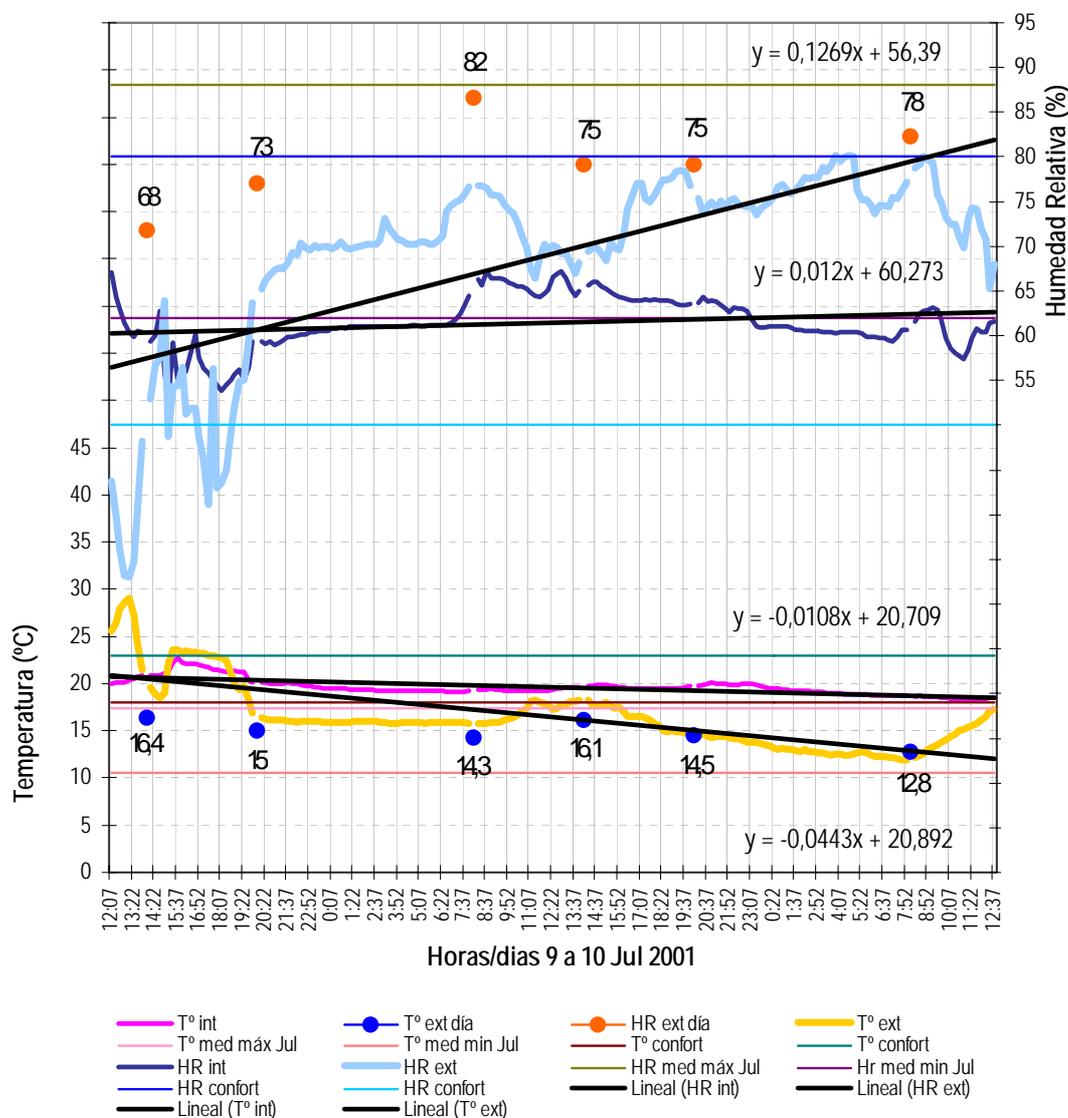
- 1) Los casos 12Ae y 21Ae, son los casos de referencia (viviendas no transformadas), en éstos las mediciones se hicieron a la intemperie (patios abiertos) por ello los registros se aproximan a los rangos exteriores.
- 2) Como se puede observar, los valores de la humedad relativa ambiente en el interior de las viviendas transformadas se encuentra bajo la media anual en la mayoría de los casos.
- 3) Los valores medios de humedad relativa en el interior de las viviendas se encuentran entre el 60% y el 65%.
- 4) En general, los valores de humedad relativa en Antofagasta son altos durante todo el año manteniéndose en niveles sobre el 50%, y próximos al 90% en los meses de invierno (junio-julio).

Fig. N° 285
GRÁFICO DEL REGISTRO SIMULTÁNEO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL AMBIENTE INTERIOR DE LA VIVIENDA Y UNA TERRAZA EXTERIOR A CIELO ABIERTO EN EL CASO SALAR 23 PARA UN DÍA TÍPICO DE INVIERNO.



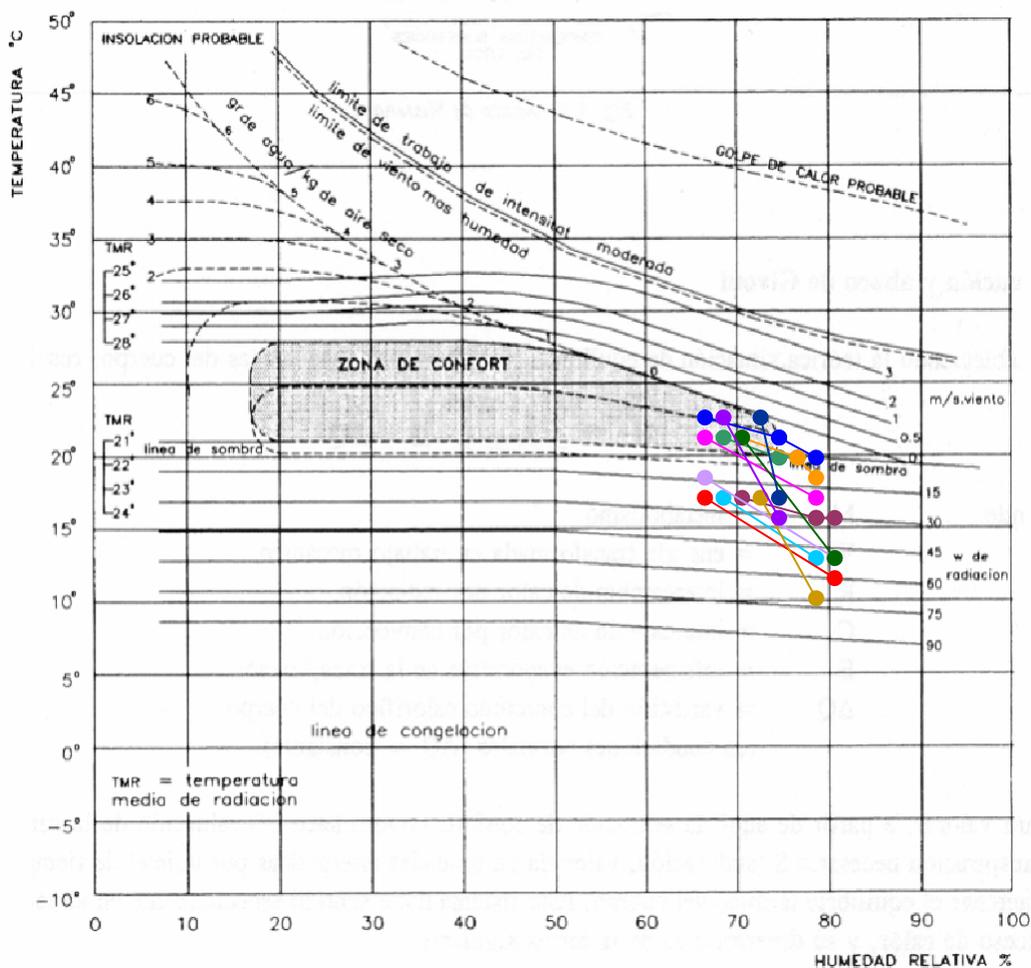
- 1) En la gráfica se puede observar como los registros de temperatura y humedad relativa interior, se mantienen dentro de la zona de confort, es decir, temperaturas entre 18°C y 23 °C y valores de humedad relativa entre el 50% y el 80% .
- 2) En cambio, la temperatura y humedad relativa exterior presentan un comportamiento térmico más extremo y menos estable. Situación que se corresponde con lo acontecido en los patios a cielo abierto, situación que se acentúa en el período de verano tal y como se observa en la gráfica del comportamiento anual para Antofagasta.
- 3) Los valores señalados con números corresponden a la información climática para el día, medida a las 08:00,14:00 y 20:00 horas; registros aportados por la estación meteorológica de la Universidad Católica del Norte (UCN).

Fig. N° 286
GRÁFICO DEL REGISTRO SIMULTÁNEO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL AMBIENTE INTERIOR DE LA VIVIENDA Y EL AMBIENTE EXTERIOR EN TERRAZA ABIERTA-CUBIERTA , EN EL CASO SALAR 24 PARA UN DÍA TÍPICO DE INVIERNO.



- 1) En esta gráfica se puede observar la tendencia del ambiente interior a conservarse dentro de la zona de confort.
- 2) Por otra parte, también se observa la diferencia ambiental en una situación a pleno sol de un espacio cubierto y abierto en sus límites verticales, como acostumbra a ser las terrazas ubicadas en los techos de las casas de Antofagasta.

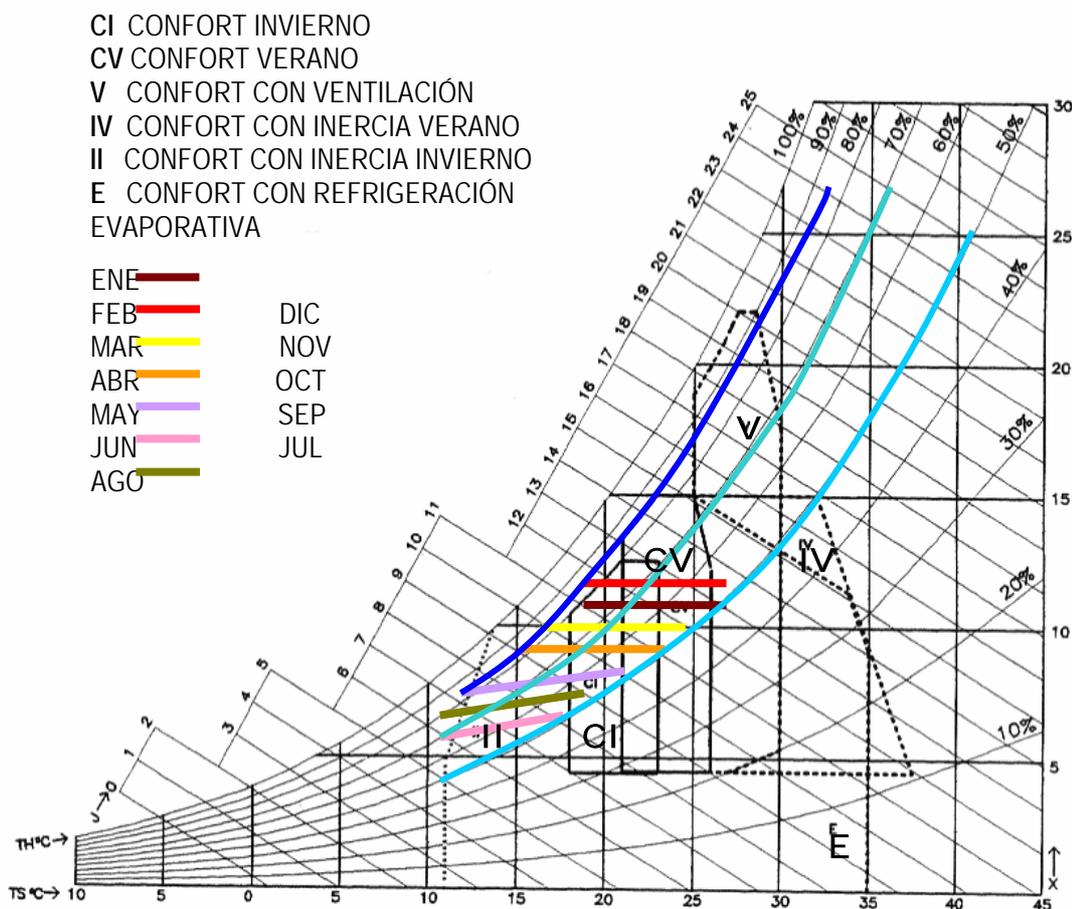
Fig. N° 287
 GRÁFICO DE OLGYAY / CONFORT TÉRMICO AMBIENTE EXTERIOR PARA ANTOFAGASTA,
 VARIACIÓN DIARIA / ANUAL EN UN CLIMA DESÉRTICO COSTERO CÁLIDO - SECO



324

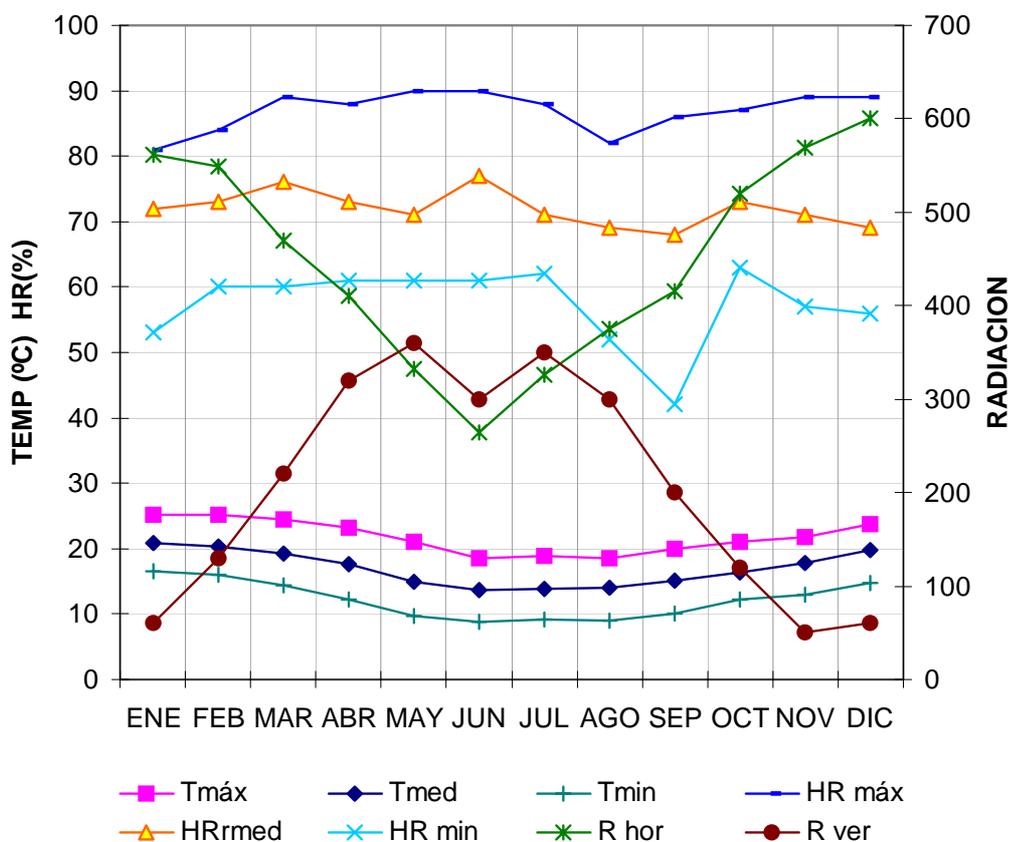
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T. SECO												
8:00	20.9	20.2	18.8	17.3	14.5	13.2	13.3	13.6	15.2	16.7	17.9	20.2
14:00	22.7	22.7	21.7	20.3	17.3	15.9	16.1	16.3	17.1	18.2	19.6	21.8
20:00	20.8	20.2	19.5	17.9	15.4	14.2	14.4	14.5	15.2	15.8	17.6	19.0
HR %												
8:00	76	76	79	79	78	77	78	78	76	74	72	73
14:00	69	69	70	71	72	72	73	73	72	71	70	71
20:00	77	77	78	79	80	79	80	79	79	79	78	77

Fig. N° 288
 GRÁFICO DEL COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO MES A MES CON RELACIÓN A LAS ZONAS DE CONFORT Y DE CORRECCIÓN CON LA ARQUITECTURA SEGÚN GIVONI – PARA ANTOFAGASTA
 CLIMA DESÉRTICO COSTERO CÁLIDO - SECO



- 1) El gráfico revela el comportamiento benigno del clima desértico costero de Antofagasta, en relación con la permanencia en zona de confort durante amplios periodos del año.
- 2) En los meses de verano (Enero, Febrero y Diciembre), es importante la participación de la ventilación natural para lograr situarse en zona de confort.
- 3) Los meses de Marzo-Abril y Octubre-Noviembre son períodos transición, son temporadas de clima templado, donde es fácil alcanzar la zona de confort, con algo de inercia térmica y radiación solar.
- 4) En los meses de invierno (Junio, Julio y Agosto), son períodos fríos pero, sin llegar a ser extremos, en los cuales se requiere de inercia térmica y/o aislamiento para lograr el confort.

Fig. N°289
GRÁFICO DE LOS FACTORES DETERMINANTES DEL CLIMA ANUAL DE ANTOFAGASTA



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T máx [°C]	25,1	25,2	24,4	23,2	21	18,6	18,8	18,6	20	21	21,8	23,7
T med [°C]	20,9	20,3	19,2	17,6	15	13,6	13,9	14,1	15,1	16,3	17,8	19,7
T min [°C]	16,5	16	14,4	12,2	9,8	8,8	9,2	9	10	12,2	13	14,8
HR máx [%]	81	84	89	88	90	90	88	82	86	87	89	89
HR med [%]	72	73	76	73	71	77	71	69	68	73	71	69
HR min [%]	53	60	60	61	61	61	62	52	42	63	57	56
R hor [cal/cm2 h]	561	549	469	410	333	264	326	375	416	520	569	600
R ver [cal/cm2 h]	60	130	220	320	360	300	350	300	200	120	50	60

- 1) Las temperaturas tienen un comportamiento homogéneo, las diferencias de temperaturas anuales son suaves, no más de 7°C entre las máximas de verano e invierno, o de 8°C entre las mínimas de verano e invierno.
- 2) La humedad relativa, por la presencia del mar es un factor importante en el perfil climático de Antofagasta, ésta tiende a ser bastante alta, del orden del 70% como media anual. Sin embargo, la sensación de la humedad no es molesta dada la presencia del viento.
- 3) La radiación solar, mantiene valores altos en superficies horizontales, por lo que es recomendable el aislamiento de las cubiertas y la generación de sombra.

Fig. N° 290

GRÁFICO DE LAS NECESIDADES BIOCLIMATICAS PARA ANTOFAGASTA /TEMPERATURAS HORARIAS PARA CADA MES, CONSIDERANDO EL DÍA TÍPICO DEL MES - AÑO (°C)

HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	15,54	18,64	17,65	15,79	14,24	12,52	12	12,28	12,83	14,08	15,53	17,17
1	15,13	18,38	17,35	15,51	13,98	12,24	11,74	12,02	12,58	13,84	15,28	16,89
2	14,74	18,13	17,07	15,24	13,74	11,97	11,49	11,78	12,35	13,62	15,04	16,63
3	14,38	17,89	16,81	14,99	13,51	11,72	11,25	11,56	12,13	13,4	14,81	16,37
4	14,04	17,66	16,56	14,75	13,29	11,48	11,03	11,34	11,92	13,2	14,59	16,13
5	13,72	17,44	16,32	14,52	13,09	11,26	10,82	11,14	11,72	13,01	14,39	15,91
6	13,88	17,23	16,09	14,3	12,89	11,05	10,62	10,94	11,53	12,82	15,01	16,6
7	14,52	18,26	16,94	14,92	12,7	10,85	10,43	11,11	12,28	13,99	15,87	17,52
8	15,31	18,8	17,49	15,33	13,53	11,73	11,29	11,38	12,68	14,55	16,66	18,36
9	16,2	19,38	18,14	15,9	14,19	12,52	12,02	11,85	13,2	15,14	17,38	19,13
10	17,18	20	18,91	16,63	14,96	13,39	12,83	12,52	13,83	15,74	18,01	19,81
11	18,25	20,66	19,78	17,51	15,84	14,34	13,73	13,39	14,57	16,37	18,58	20,42
12	19,41	21,36	20,76	18,55	16,84	15,38	14,71	14,46	15,43	17,02	19,06	20,96
13	20,66	22,09	21,85	19,74	17,95	16,49	15,76	15,72	16,4	17,69	19,47	21,41
14	23,09	23,05	22,65	20,65	18,59	17,53	16,71	16,75	17,12	18,12	19,82	21,92
15	22,03	22,48	21,98	20	18,01	16,84	16,06	16,14	16,54	17,59	19,25	21,29
16	21,08	21,95	21,38	19,41	17,48	16,22	15,48	15,6	16,02	17,1	18,74	20,72
17	20,22	21,47	20,83	18,88	17	15,66	14,96	15,1	15,54	16,65	18,27	20,2
18	19,45	21,03	20,33	18,38	16,56	15,15	14,48	14,64	15,11	16,25	17,83	19,72
19	18,74	20,61	19,86	17,93	16,15	14,68	14,04	14,22	14,71	15,87	17,43	19,27
20	18,1	20,23	19,42	17,51	15,78	14,25	13,63	13,84	14,34	15,52	17,06	18,86
21	17,5	19,87	19,02	17,12	15,43	13,85	13,26	13,48	13,99	15,19	16,71	18,48
22	16,96	19,54	18,65	16,76	15,1	13,48	12,91	13,15	13,67	14,89	16,39	18,12
23	16,45	19,22	18,29	16,41	14,79	13,14	12,59	12,84	13,37	14,6	16,09	17,79
24	15,54	18,64	17,65	15,79	14,24	12,52	12	12,28	12,83	14,08	15,53	17,17

Fuente: SARMIENTO, PEDRO [1999]

1	23	19	18	Zona de confort PERÍODO CÁLIDO, se requiere protección solar
2	17	16	15	Zona en la que con brisa se puede establecer como zona de confort
3	14	13	10	Confort con inercia en invierno PERÍODO FRÍO, se requiere radiación solar

- De la gráfica se deduce que en términos de confort, en horas diurnas un 20% de ese período esta en una situación de confort ideal, que ese período puede aumentar al 50% con la ayuda de la brisa, y puede ampliarse hasta un 75% con radiación difusa. El 25% del período restante requiere del control de la inercia térmica y/o aislamiento de los materiales, para lograr el confort térmico.

**TABLA N° 36 DE MAHONEY (N° 1) / ELABORADA PARA ANTOFAGASTA, CHILE
CLIMA DESÉRTICO COSTERO CALIDO-SECO**

Longitud	70° 31'				Latitud	23° 28'				Altitud	100			
Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
T° Media máxima	24,1	23,1	22,8	21,1	18,8	16,7	17,4	17,5	18	19,2	20,5	22,8		
T° Media mínima	17,8	17,1	15,9	14,3	11,8	10,5	10,6	10,8	11,9	13,6	15	16,7		
Diferencia media mensual	6,3	6	6,9	6,8	7	6,2	6,8	6,7	6,1	5,6	5,5	6,1		
T° alta máxima	24,1				Temperatura media anual				TMA		17,3			
T° baja mínima	10,5				Diferencia media anual				DMA		13,6			
Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
HR Máx med mensual	81	84	89	88	90	90	88	82	86	87	89	89		
HR Mín med mensual	53	60	60	61	61	61	62	52	42	63	57	56		
Valor medio	67	72	74,5	74,5	75,5	75,5	75	67	64	75	73	72,5		
Grupo de humedad	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4		
Grupo de humedad	(1) menos de 30%			(2) 30-50%			(3) 50-70%			(4) sobre 70%				
Lluvia y viento	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Agua de lluvia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Viento dominante	SW	SW	N	SW	SW	N	SE	SW	SW	SW	SW	SW		
Viento secundario	N	N	SW	SE	N	W	N	NE	NE	NE	SE	NE		
Límites de confort			TMA sobre 20°C		TMA 15-20°C		TMA bajo 15°C							
			día	noche	día	noche	día	noche	día	noche				
Grupo de humedad	1		26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	012-21						
	2		25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	012-20						
	3		23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	012-19						
	4		22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	012-18						

TABLA N° 37 DE MAHONEY (N° 2) DIAGNÓSTICO DE LA TEMPERATURA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. medio mensual	24,1	23,1	22,8	21,1	18,8	16,7	17,4	17,5	18	19,2	20,5	22,8
Confort diurno superior	28	25	25	25	25	25	25	28	28	25	25	25
Confort diurno inferior	21	20	20	20	20	20	20	23	23	20	20	20
Min. medio mensual	17,8	17,1	15,9	14,3	11,8	10,5	10,6	10,8	11,9	13,6	15	16,7
Confort nocturno superior	21	20	20	20	20	20	20	21	21	20	20	20
Confort nocturno inferior	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Solicitud térmica diurna	C	C	C	C	C-F	F	F	F	C-F	C	C	C
Solicitud térmica nocturna	C	C	C	C	C-F	F	F	F	C-F	C	C	C

Caliente (hot)	H	si la media está por encima del límite	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TMA</th> <th>DMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17,3</td> <td>13,6</td> </tr> </tbody> </table>	TMA	DMA	17,3	13,6
TMA	DMA						
17,3	13,6						
Confort	C	si la media está entre los límites					
Frío (cold)	F	si la media está por debajo del límite					
Templado (*)	C-F	Si la media está ligeramente bajo los límites					

329

Indicadores	TOTALES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Húmedo H1	0												
Húmedo H2	6		X	X	X						X	X	X
Húmedo H3	0												
Seco A1	3	X							X	X			
Seco A2	0												
Seco A3	5					X	X	X	X	X			

Aplicación significativa	Indicador	Solicitud térmica diurna - nocturna	Agua de lluvia	Grupo de humedad	Diferencia media mensual
Movimiento de aire esencial	H1	H		4	
		H		2-3	menos de 10°
Movimiento de aire deseable	H2	C		4	
Resguardo a la lluvia necesario	H3		más de 200mm		
Capacidad térmica necesaria	A1			1-2-3	más de 10°
Dormitorios exteriores deseable	A2	H		1-2	
		H	F	1-2	más de 10°
Protección contra el frío	A3	F			

Nota: (*) Se ha agregado esta categoría ajustando a la realidad local que permite llegar fácilmente a la zona de confort.

TABLA N° 38 DE MAHONEY (N° 3) REFERIDA A ANTOFAGASTA

	H1	H2	H3	A1	A2	A3	Especificaciones recomendadas
	0	6	0	3	0	5	Totales de indicadores (proceden de la tabla N°2)
DISTRIBUCIÓN				0--10		5--12	1 Orientación norte-sur (eje mayor este-oeste).
				11--12		0--4	2 Planificación de patio compacto.
SEPARACIÓN	11--12						3 Separación amplia para penetración de brisa.
	2--1						4 Como en 3, pero protección frente al viento caliente y frío.
	0--1						5 Distribución compacta del edificio.
MOVIMIENTO DE AIRE	3--12						6 Habitaciones en una sola fila, provisión permanente de movimiento de aire.
	1--2			0--5			7 Habitación doble, provisión temporal de movimiento de aire.
	0	2--12					8 No se necesita movimiento de aire.
			0--1				
TAMAÑO DE LAS ABERTURAS				0--1		0	9 Grandes 40-80%.
						4--12	10 Medias 25-40%.
				2--5			
				6--10			11 Pequeñas de 15-25%.
POSICIÓN DE LAS ABERTURAS				11--12		0--3	12 Muy pequeño 10-20%.
	3--12						13 En las paredes norte y sur a la altura de un hombre y a barlovento (de donde viene el viento).
	1--2			0--5			14 Como anteriormente, pero también aberturas en las paredes interiores.
PROTECCIÓN DE LAS ABERTURAS	0	2--12		6--12			
						0--2	15 Evitar la luz solar directa.
PAREDES Y SUELOS				2--12			16 Proteger de la lluvia.
				0--2			17 Ligeras, bajo tiempo de retardo y baja capacidad térmica.
TEJADOS				3--12			18 Internas y externas pesadas, tiempo de retardo más de 8h.
	10--12			0--2			19 Ligeros, aislados, superficie reflectora, cámara.
				3--12			20 Ligeros, bien aislados.
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS	0--9			0--5			
				6--12			21 Pesados, más de 8h de tiempo de retardo.
				1--12			22 Espacio para dormir al exterior.
RESGUARDO DE LA LLUVIA				1--12			23 Adecuado drenaje para la lluvia.
				3--12			24 Necesaria protección contra la lluvia copiosa.

Nota: Los aspectos destacados "en amarillo" son las recomendaciones o criterios apropiados para Antofagasta.

COMENTARIOS

FORMA DEL EDIFICIO / CONFORT TÉRMICO

El perfil climático de Antofagasta elaborado a partir de las Tablas de Mahoney resultó ser muy preciso y ajustado con la realidad, porque las especificaciones y recomendaciones de dichas tablas, coinciden con las acciones de transformación y modificación realizadas por los usuarios de manera intuitiva. En ese sentido, es razonable reconocer la validez de las tablas como un instrumento para evaluar o contrastar un diseño específico.

En general la adaptación y transformación de las viviendas se realiza en función de las condiciones climáticas del período más largo, cálido y frecuente, es decir, para la temporada de verano donde las condiciones de radiación solar son intensas. Por otra parte, hay que considerar la persistente ocurrencia de un régimen diario de temperaturas que alcanzan las zonas de confort.

En tanto que la temporada de invierno es más breve y suave, la adaptación a una condición climática fría no es destacable, así, la necesidad de un acondicionamiento térmico de los interiores con sistemas activos como estufas o calentadores no es un acontecimiento habitual.

El análisis comparativo relacionado con la capacidad de adaptación a las condiciones del clima desértico costero cálido seco, entre la vivienda original y la transformada, evidencian que las casas transformadas están ambientalmente mejor adaptadas que la vivienda original; conformado interiores frescos que les permite soportar adecuadamente las condiciones de calor. Sin embargo, presentan deficiencias importantes en los aspectos de ventilación e iluminación natural de recintos tan importantes como los dormitorios y las cocinas.

Por otro lado, comprobamos que existen discrepancias entre la percepción ambiental que tienen los habitantes de sus casas en relación con el comportamiento térmico registrado. Los datos de temperatura y humedad, tanto en invierno como en verano, evidencian que el comportamiento térmico de las viviendas se encuentra dentro de la zona de confort, sin embargo, en los meses de invierno la percepción térmica de la vivienda que tiene el 71% de sus habitantes, es a considerarla “muy fría” o “fresca” y solamente un 29% la considera “confortable”. También comprobamos, que la percepción ambiental para el verano se ajusta bastante más con las categorías consultadas. Así, el 50 % considera su casa “fresca” o “algo fresca”, un 33% confortable y el 16% restante consideran su casa “algo calurosa”, “calurosa” o “muy calurosa”.

332

En el gráfico de necesidades bioclimáticas para Antofagasta, también se observa la necesidad de protección solar para lograr el confort en el período más cálido, la importancia de la brisa para establecer zonas de confort y en menor proporción la incorporación de la inercia térmica de los materiales en el período frío.

Resulta de particular interés, hacer notar que tanto la transformación de las aberturas, que en general se ampliaron a tamaños medios del 25% a 40%, como la inclusión de las cubiertas (ligeras y aislantes) son transformaciones que participan directamente en la creación e imagen de la nueva forma del edificio.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR

El aprovechamiento de las condiciones climáticas y de los recursos naturales existentes, en especial la energía solar, para mejorar las condiciones ambientales y minimizar el consumo energético de un edificio debiera ser una prioridad y señal de identidad de la arquitectura del desierto de Atacama.

Pero además, resulta claramente motivadora la actitud de reconquistar formas y maneras no usuales de entender el espacio, en ese sentido la participación del cuerpo situado en las terrazas, ocupando de otra forma los horizontes, deja abierta la posibilidad de reflexionar, más allá de lo climático el impacto de las acciones de transformación. En suma, podemos considerar que las soluciones adoptadas por los usuarios se corresponden con los de una arquitectura solar pasiva, lo que implica tanto protegerse de los efectos de la alta radiación solar, como también, captarla, guardarla y distribuir esta energía de forma directa, sin mediación de sistemas activos.

Es indudable, que para una sociedad *en Desarrollo*, ésta es la solución más adecuada ya que no implica un sobre costo, sólo involucra un diseño consecuente con el clima y ambiente local.

Las soluciones de la arquitectura informal y los aportes de recursos constructivos que permiten que un determinado edificio capte o rechace energía solar, según la época del año, aparecen como acciones apropiadas asociadas con la optimización de la orientación, la definición de las volumetrías y el tamaño u orientación de las aberturas de éstos.

En el caso específico de las viviendas de la población Salar del Carmen, el relieve costero y el paisaje oceánico de Antofagasta, se hacen presente en la forma de ocupación y transformación de las viviendas, regulando las características de los vientos locales, de la luminosidad y de sombra. De la misma forma, la acción para el control de la radiación solar, junto con las características de nubosidad, calidad del aire, polución y salinidad, terminan por definir los aspectos de la forma en función de las condicionantes ambientales, a las cuales los habitantes han dado respuesta con sistemas de control. Importante es la incorporación de las cubiertas mediante la terraza, que conecta a toda la vivienda con un nuevo horizonte, un nuevo paisaje de cielo y mar.

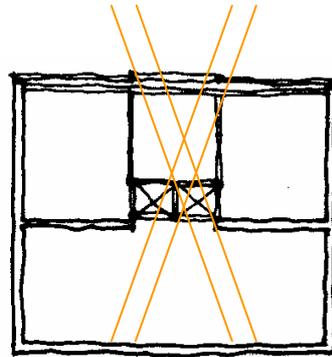
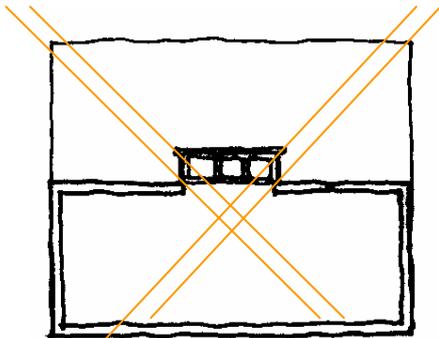
4.5.1.(b) FORMA DEL EDIFICIO / CONFORT VISUAL

(b-1) Nivel lumínico: El patio como fuente de luz natural

PATIO A PLENA LUZ



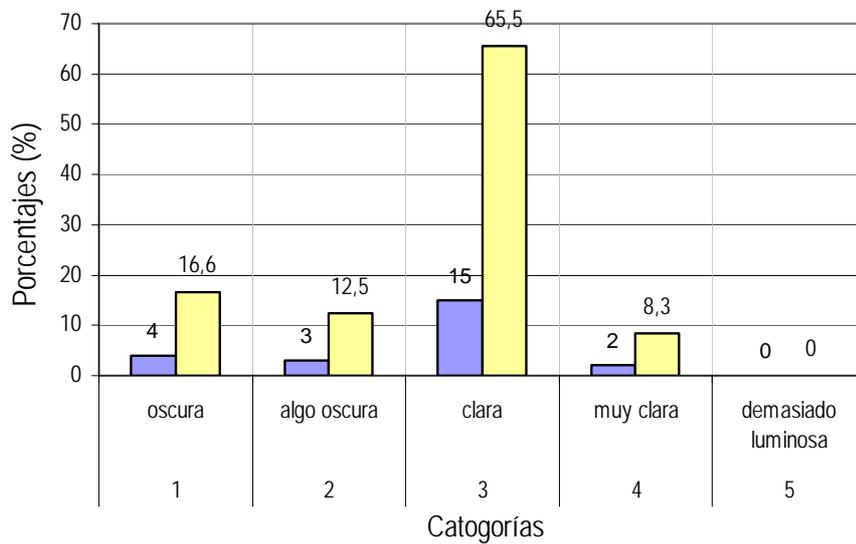
PATIO EN PENUMBRAS



- Es evidente que el cubrimiento del patio es la transformación más importante de las viviendas, afectando directamente al ambiente lumínico. Si bien es cierto, que esta acción tiene un efecto positivo en el aspecto de confort térmico, satisfaciendo un ambiente fresco para la época de verano. También es cierto, que esta intervención en el confort lumínico esta tiene una doble consecuencia. El efecto positivo es que reduce y controla el deslumbramiento provocado por la intensa luminosidad propia del ambiente desértico. Sin embargo, el resultado negativo es que recintos tan importantes como las cocinas quedan sin una adecuada iluminación natural, precisando utilizar iluminación artificial, situación que resulta muy contradictoria e insostenible.
- Por otra parte, se debe hacer notar que la gran luminosidad exterior y el deslumbramiento son un factor de gran incomodidad. Esto sugiere que la penumbra y la semi-oscuridad son necesarias para descansar y relajar la vista. Además, de favorecer un ambiente fresco muy deseable en los periodos cálidos.

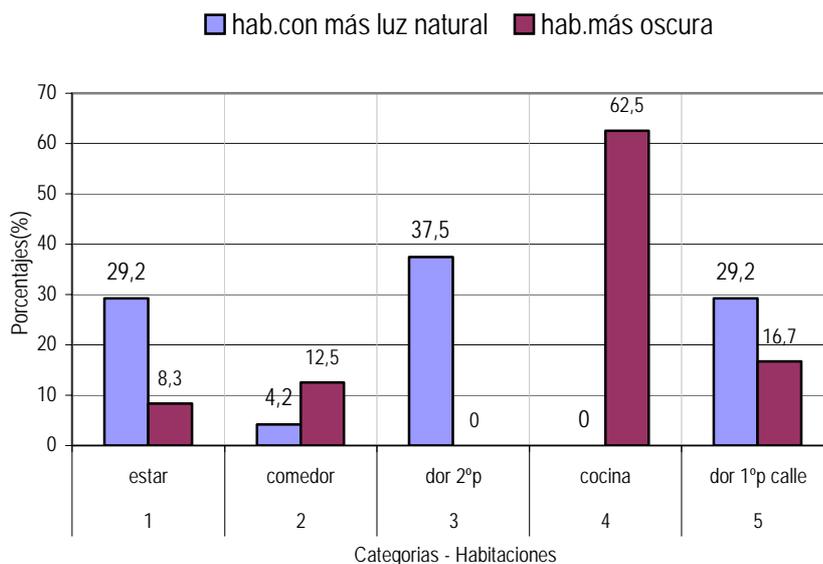


Fig. N° 291
GRÁFICO DE LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES EN RELACIÓN CON LA CALIDAD LUMÍNICA NATURAL DE LAS VIVIENDAS



1) A la pregunta N° 61 ¿Cómo considera su casa en términos de iluminación natural?. Un 65,5% de los habitantes consideran que su vivienda es *clara*, un 16,67% consideran que su vivienda es *oscura* y un 12,5% consideran que su vivienda es *algo oscura*. Esta percepción es contradictoria, al compararla con las mediciones y las observaciones realizadas. Así, lo refleja el gráfico del comportamiento lumínico de la Figura N° 291.

Fig. N°292
GRÁFICO DE LAS HABITACIONES MÁS LUMINOSAS Y DE LAS MÁS OSCURAS



- 1) Pregunta N° 62 ¿Cuál es la habitación más luminosa y la más oscura?. El 37% de los entrevistados opina que las habitaciones con mayor luz natural son las que se encuentran en el segundo piso y los dormitorios que tienen ventanas hacia la calle. El 62,5% cree que las habitaciones más oscuras son las situadas al fondo de la parcela, que normalmente es la cocina y el comedor mencionado por el 12,5%. Mientras que el dormitorio del primer piso es clasificado como el más oscuro por el 16,7%. En este caso, es necesario precisar que este dormitorio, ocupa el espacio destinado a comedor en la vivienda original.

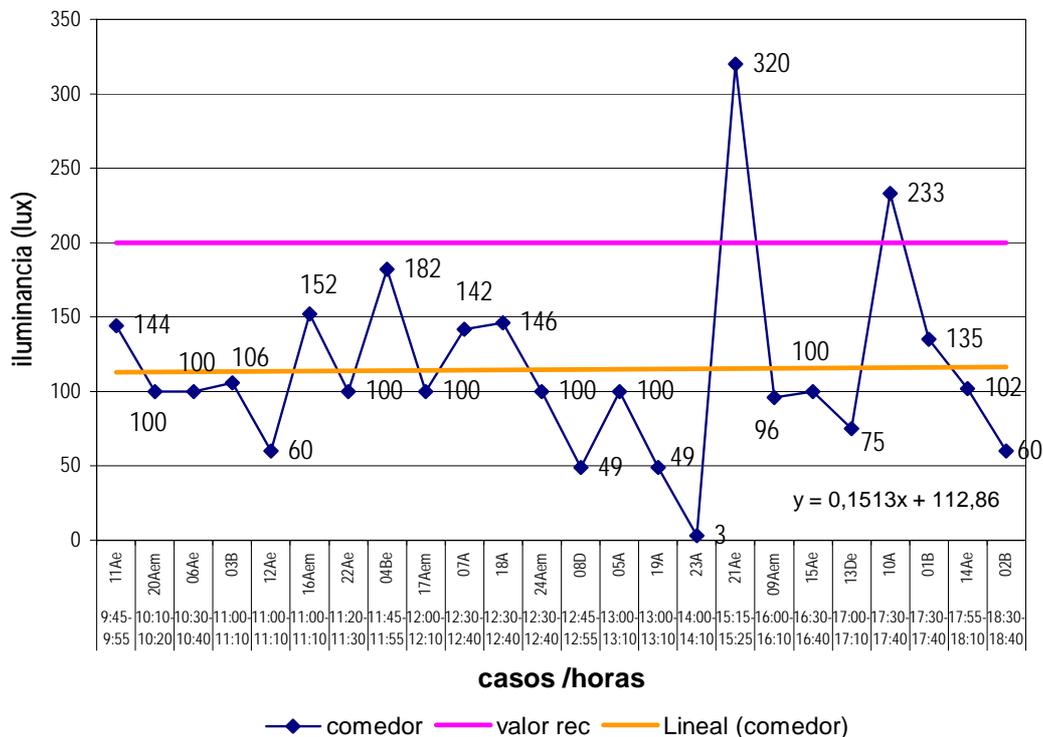
TABLA N° 39 NIVEL DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO EN LAS VIVIENDAS

REFERENCIAS	Espacios y actos	ILUMINANCIA (lux)
NOCHE SIN LUNA		0,001
NOCHE DE LUNA PLENA		0,2
ÁREAS EXTERIORES DE CIRCULACIÓN Y TRABAJO		30
ÁREAS DE CIRCULACIÓN, ORIENTACIÓN O ESTANCIAS DE CORTA DURACIÓN	Mínimo para un pasillo	50
SALAS NO UTILIZADAS CONTINUAMENTE PARA PROPÓSITOS DE TRABAJO	Baños, pasos-escalas	100
TAREAS CON REQUISITOS VISUALES SENCILLOS	Sala de estar, dormitorios	200
	Cocinas, sala de lectura, Aula y talleres	300
TAREAS CON REQUISITOS VISUALES MEDIOS		500
TAREAS CON REQUISITOS VISUALES EXIGENTES	Costura	750-800
TAREAS CON REQUISITOS VISUALES DIFÍCILES	Galería comercial	1000-1500
TAREAS CON REQUISITOS VISUALES ESPECIALES	Quirófano hospitalario mínimo	2000 o más
MEDIO DÍA AL SOL		15000

Fuente:[SAN MARTIN, 1999 ; ISLAGUÉ, 1995; SERRA, 1987]

(b-2) Nivel de iluminación por recintos

Fig. N° 293 GRÁFICO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL – COMEDOR



- 1) El caso 21Ae corresponde al caso de referencia.
- 2) El caso 10A corresponde a una sala de estar en la que se requiere de iluminación artificial a las cinco de la tarde, esta vivienda tiene la circunstancia agravante de situarse en la parcela sur de la agrupación, en una posición semienterrada y mirando al cerro (oriente), dadas estas circunstancias su condición lumínica es muy deficiente.
- 3) Por lo general, el cambio funcional más habitual, es la transformación del comedor en dormitorio. Este recinto se ve muy afectado por el cerramiento, puesto que, la iluminación y ventilación la recibía a través del patio abierto.

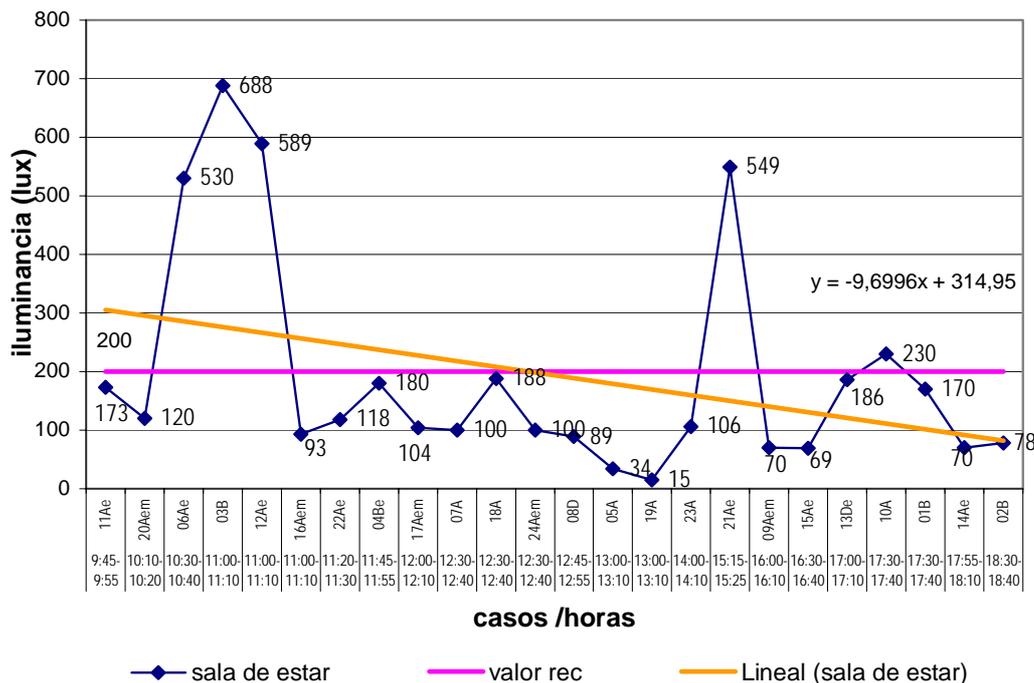
ILUMINACION ARTIFICIAL



ILUMINACION NATURAL (lucernario)



Fig. N° 294 GRÁFICO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL – SALA DE ESTAR



- 1) Los casos 12A y 21Ae corresponden a las viviendas no transformadas, por tanto las mediciones se realizaron al exterior.
- 2) El caso 6Ae corresponde a una vivienda emplazada en una esquina y abierta al norte, esto quiere decir que contaba con la posibilidad de abrir ventanas en esa orientación.
- 3) El caso 3B tenía una buena iluminación, ya que el patio no se cubrió completamente; dejando un pequeño patio para la escala, un gran ventanal y una pared blanca que reflejaba luz al interior.
- 4) El caso 19A es el más desfavorecido en términos lumínicos, no sólo porque su única abertura es un lucernario, sino que también, por su disposición al oriente, la proximidad de otras viviendas que obstruyen el paso de luz y por encontrarse asentada en una desnivel del terreno.

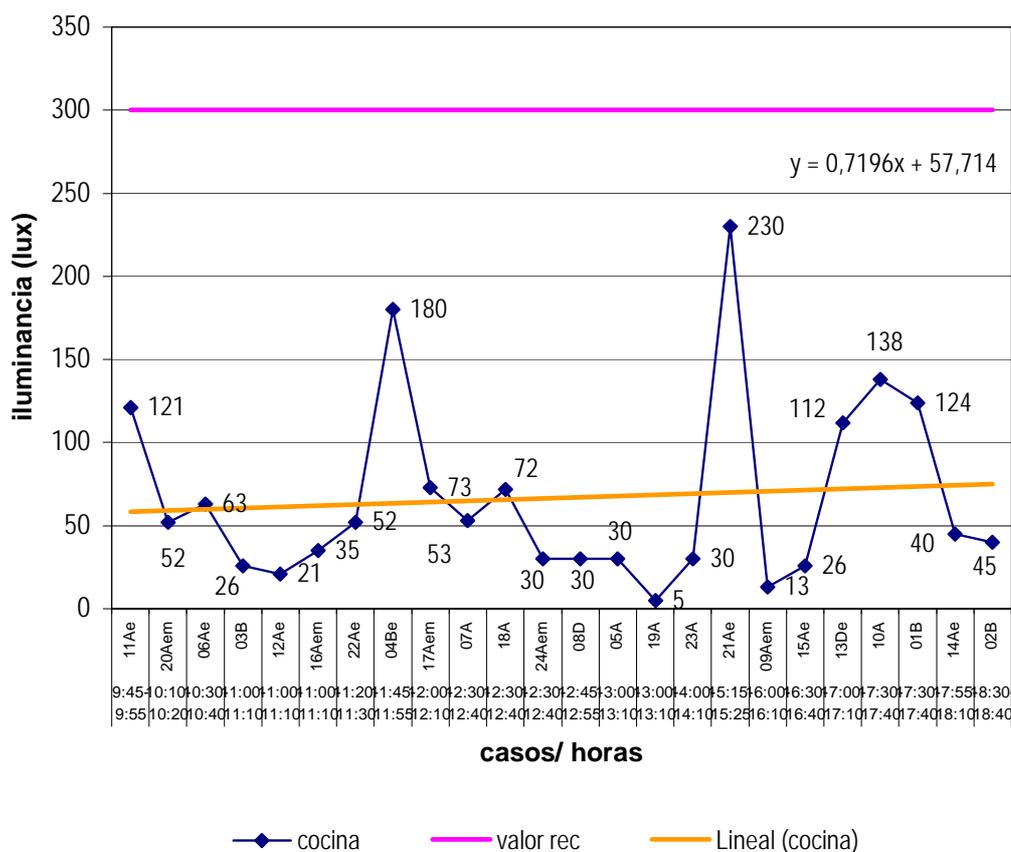
ILUMINACIÓN NATURAL/ BLOQUES VIDRIO



ILUMINACIÓN NATURAL / LUCERNARIO



Fig. N° 295 GRÁFICO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL - COCINAS



- 1) La iluminación natural de las cocinas se encuentra en todos los casos muy por debajo de los valores recomendados. Por lo general, la ubicación de la cocina en las diferentes tipologías de viviendas se sitúa al fondo del sitio, de forma que hasta en la vivienda sin transformación ésta tiene una iluminación deficiente.
- 2) Hay muy pocos casos en los que la iluminación natural sobrepasa los 100lux y en una gran mayoría se requiere de iluminación artificial para el funcionamiento normal.

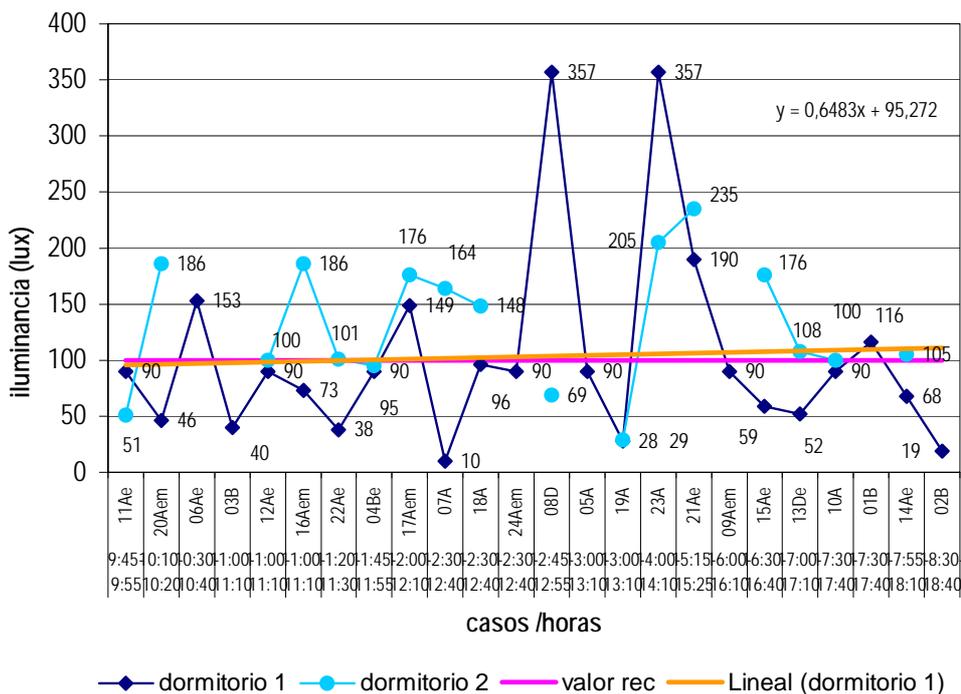
COCINA CON ILUMINACIÓN SÓLO ARTIFICIAL



COCINA CON ILUMINACIÓN ARTIFICIAL Y NATURAL



Fig. N° 296 GRÁFICO DE ILUMINACIÓN NATURAL - DORMITORIOS



(1) En la gráfica se observa que los dormitorios en el segundo piso (dormitorios 2) reciben mayor iluminación que los niveles recomendados, coincidiendo con la apreciación de los usuarios. Por otra parte, las viviendas con dormitorios en primer piso (dormitorio 1) con orientaciones norte-sur y con ventanas a la calle, también reciben iluminación superior a los valores recomendados. La comparación lumínica entre los casos transformados 08D y 23A -con el dormitorio en el primer piso-, y los casos no transformados 12Ae y 21Ae evidencian que estos últimos cuentan con valores normales de iluminación.

ILUMINACIÓN NATURAL ORIENTE



ILUMINACIÓN NATURAL PONIENTE



COMENTARIOS

FORMA DEL EDIFICIO / CONFORT VISUAL

En general, los niveles de iluminación media, precisados en lux, indican la cantidad de energía lumínica que incide en un área por unidad de tiempo, éste es un parámetro cuantitativo que determina si una zona esta más o menos iluminada. Los datos registrados en las viviendas del caso de estudio de la *Población Salar del Carmen*, demuestran que los índices de iluminación natural medidos en diversos recintos de las viviendas no se ajustan a los niveles recomendados que se especifican para las viviendas en la Tabla N°40.

Tabla N°40: Niveles de iluminancia (meses de invierno) muestra Junio-Julio 2001		
Menos de 250 lux	bajo	75%
Entre 250 lux y 750 lux	medio	25%
Sobre 750 lux	alto	1%

El nivel de iluminación del 75% de las viviendas estudiadas, se encontraba bajo los niveles de 250 lux, dado que una gran mayoría de las viviendas tienen recintos sin iluminación natural. Especialmente grave es el caso de las cocinas que son servidas por iluminación artificial durante todo el día y además, quedan desprovistos de ventilación natural. Los espacios mejor iluminados en el primer piso son los que tienen relación directa con la calle, y en segundo piso los que dan a la terraza.

Las viviendas mejor iluminadas tienen esta condición, no tanto por su particular orientación, sino por su emplazamiento en la parcela; por regla general, las viviendas mejor iluminadas son las ubicadas en las parcelas al norte y en esquina. Todo lo contrario, ocurre con las viviendas ubicadas las parcelas al sur, cuyas habitaciones son las peor iluminadas. Además, en algunos casos la deficiencia lumínica se ve acentuada por las condiciones del terreno, encontrándonos con casos en que las viviendas quedan semienterradas.

Toda buena iluminación de las viviendas, pasa por considerar la introducción de luz natural, directa o reflejada en todos los espacios, resultando fundamental la graduación de la luz en cada espacio de la

vivienda, en función de la actividad que se va a realizar. Por ello, es tan importante la protección como la disposición de aberturas en ambientes desérticos, —de manera que sea posible tanto controlar la gran intensidad lumínica que incide y atraviesa los espacios, como captar la radiación solar para calentar en invierno, y se pueda también sombrear las mismas en verano—. El habitar en la semipenumbra no es una condición indeseable en los ámbitos desérticos, por el contrario, una oscuridad confortable es absolutamente deseable. Ahora bien, sí resulta contradictoria la carencia de iluminación natural, en estos ambientes plenos de luz, en razón de un diseño inapropiado a los requerimientos lumínicos.

342

SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL / TAMAÑOS DE LAS VENTANAS

En el caso de estudio las ventanas originales son consideradas pequeñas, según las recomendaciones de Mahoney, sin embargo, se consideran suficientes si tienen una orientación adecuada. El proyectista optó por este tipo de vano, siguiendo una estrategia tradicional observada en la arquitectura del desierto, pero es evidente que no han funcionado en una condición urbana y de desierto costero. La ventana ha sufrido grandes cambios, aunque, no todas las transformaciones tienen un origen climático. Por tanto, los tamaños son diversos, sin embargo, los usuarios que actuaron con criterios ambientales adoptaron un tamaño medio, coincidente con las recomendaciones de Mahoney (Tabla N° 38).

Sin lugar a dudas, los requerimientos de iluminación fueron mayores al cubrir el patio y limitar su acceso; las respuestas en este sentido fueron diversas, entre las más habituales se encuentran: la ampliación del tamaño de la ventana, situar entradas de luz cenital en los techos, cubiertas traslúcidas (bloques de vidrio), disposición de galerías o pozos de luz en la zona de la escala y hacer servir la puerta como fuente de luz y ventilación.

Dada la alta intensidad y distribución lumínica en las zonas desérticas, en las que se dispone de largas horas de sol y grandes cantidades de luz natural, parece lógica la incorporación de sistemas de control de los excesos de iluminación con elementos de sombra, filtros y difusores de la radiación. Pero resulta del

todo ilógico, que las viviendas analizadas tengan deficiencias lumínicas. Los niveles de iluminancia en el exterior, durante el día son tan altos en climas desérticos que con una pequeña fracción podemos asegurar condiciones de buena visibilidad en el interior. La acción de cubrir el patio es acertada en términos térmicos y lumínicos de control de la radiación, permitiendo concebir interiores frescos en semipenumbra, que atenúan el calor y facilitan el descanso ante la fatiga visual que produce la alta incidencia lumínica. No obstante, es una acción errónea si para lograr estos objetivos se dejan de lado aspectos esenciales de la habitabilidad.

343

La condición de bienestar lumínico en este caso debe ser ajustada a la singularidad climática de los ambientes desérticos. La iluminación natural como *“factor psicológico positivo, que representa el contacto con el exterior, significa, el “conocimiento” en diversos aspectos de visión del paisaje y de lo que ocurre en el mismo, de control del tiempo en su dimensión temporal y climática.* [SERRA, 1991].

En términos de confort visual, la ampliación de la vivienda, no sólo privó a los recintos de la luz natural, sino que además significó romper con el elemento que establecía una relación con el exterior. Sin embargo, esta pérdida es solventada con el surgimiento de la *terrazza-patio*, recuperando esa relación exterior, con los horizontes y las distancias. Asociado a este hecho, surge una manera distinta de entender el patio y la iluminación de la vivienda, si bien es cierto, el patio es un espacio apropiado para climas desérticos, en algunos casos debe ser un espacio cubierto permitiendo un manejo especial de la intensa luz, que en esta zona del trópico de Capricornio cae verticalmente. Efectivamente, en verano, es necesario recoger esa luz y descomponerla en la estructura vertical de la vivienda para conseguir un bajo deslumbramiento.

Al decir de Serra, parece evidente, concluir que el sistema clásico de iluminación, la ventana, requiere de un reestudio de sus complejas funciones (iluminación, ventilación, visión, etc), especialmente en estos ambientes desérticos de gran luminosidad. [SERRA, 1991].

4.5.2 (a) LA ENVOLVENTE / CONFORT CLIMÁTICO

Las fachadas, más allá de su expresión constructiva, se conforman como una tercera piel, que nos protegen y cobijan del medio ambiente; es el primer elemento en contacto con la intemperie y los elementos climáticos. Éstas, forman parte esencial del lenguaje arquitectónico, comunican y expresan aspectos de identidad social y cultural, así como expresiones de la idiosincrasia de los moradores.

En el caso de estudio, las fachadas son los elementos arquitectónicos que reflejan mayoritariamente el efecto de la transformación. Sí las fachadas originales definían una estructura homogénea, igualitaria y repetitiva, donde la imagen de conjunto prevalecía sobre las individualidades. Las transformaciones reflejan una búsqueda de lo individual y heterogéneo, a través de los tamaños, formas y colores. Pero, el aspecto más relevante de este cambio, es la tendencia a definir una mayor complejidad de la relación espacio interior-exterior o entre lo público y lo privado a través de la estructura de una doble envolvente; con ello se define y delimita un ámbito intermedio, un espacio filtro, de control y seguridad, que tiene una gran significación como espacio de relación social. Cabe señalar que forma parte de un rito o tradición “tener la puerta de la calle abierta” como una forma de conectarse y mediar con el acontecer, además la abertura del portal es una respuesta de acondicionamiento ambiental; al construir la sombra, y permitir la ventilación, actúa regulador de la luminosidad y radiación solar.

Las propiedades de la envolvente, en el caso de estudio están determinadas por la orientación de la vivienda, el emplazamiento de ésta en la agrupación predial o manzana, todo lo cual influye en la calidad de la luz que se reciben en los interiores.

(2-a) Nivel térmico: Sombras exteriores y aislamiento de la radiación solar o la construcción de una envolvente de penumbras frescas y suaves

Toldos en la fachada poniente orientación cerro-mar

Doble techo y filtro, la interioridad



Envolviendo los espacios, cobertizo orientación mar-cerro

Doble techo y terraza jardín, en la tradición de la arquitectura anglosajona



Cubiertas improvisadas, fisura y rasgo

Pérgolas y sombraderos en el segundo piso

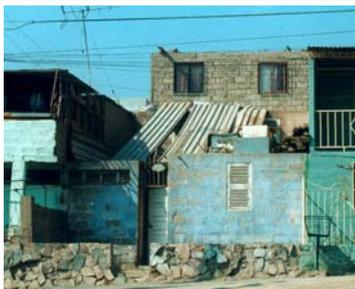




Fig. N° 297 (a) CONSTRUCCIÓN DE LA SOMBRA (b) VIRTUALIDAD DEL LÍMITE.

Foto: J. Guerra.

4.5.2.(b) LA ENVOLVENTE / CONFORT VISUAL

La envolvente en la arquitectura del desierto tiene que cumplir el rol que en otros climas lo cumple la naturaleza; ésta debe ser capaz de aportar y construir la sombra, es decir, graduar la intensa luminosidad y la radiación. Las cualidades de la envolvente están en directa relación con la calidad lumínica de los espacios interiores. Así por ejemplo: la definición de los tamaños, estructura, orientación y formas de las ventanas determinarán la cantidad y peculiaridades de la iluminación interior.

La forma de esta envolvente, también estará afectada por la orientación y dirección de la iluminación, los espacios podrán recibir luz directa o indirecta, llenarse de luz o de una suave penumbra en función de las características de la fachada

En la transformación de las viviendas observada en la Población Salar del Carmen, la construcción de una nueva envolvente tiene una importante connotación. Si la original estaba compuesta por volúmenes blancos y sólidos de una presencia vibrante, que definían una sombra neta y un fuerte deslumbramiento, la actual envolvente rompe, descompone y disuelve los efectos de la luz, y las sombras, que se incorporan a las nuevas superficies, construyen una realidad más atmosférica.

Los elementos de filtro y control de la luminosidad, que son incorporados a la fachadas y cubiertas, son los responsables de esta nueva imagen [Fig. N°297].

La construcción de la sombra en este paisaje de luz, es a nuestro juicio el elemento que establece la conexión de la arquitectura, con el sentido de la naturaleza desértica, donde el paisaje es luz encendida, donde no existe, la difusa penumbra que en otros climas construye o aporta la sombra de los árboles; en este ambiente esa difusa penumbra hay que construirla.

Esta construcción forma parte de los detalles triviales, que aparecen sin importancia pero que son asumidos desde el hecho cotidiano del habitar en el desierto, no podemos estar al descubierto, es necesario protegerse, del mismo modo que uno se protege de la lluvia, adaptando los elementos a las necesidades particulares.



Fig. N° 298 (a /b) CONSTRUCCIÓN DE LA SOMBRA, CONSTRUCCIÓN DE LA ENVOLVENTE, REFUGIOS LEVANTADOS EN LAS CUBIERTAS

Foto: J. Guerra.

La **construcción de la sombra**, es la construcción de una envolvente compuesta de filtros para controlar el sol y que enmascaran la luz, parasoles que la rompen, la fragmentan en una silueta imperfecta, en una mancha de tonalidades, de perfiles descompuestos, que la deshacen.

Los **refugios levantados en las cubiertas** detienen el viento y la luz, están conformados por frágiles y livianas estructuras, adecuadas y próximas a la dimensión de los actos que allí acontecen. Son lugares a través de los cuales se integran y viven los horizontes en toda la dimensión del paisaje del desierto costero [Figs 298 a/b].



347

Son **construcciones que se apropian de la luz**, con elementos virtuales que configuran espacio en lo abierto, la habitación en la exterioridad, siempre en plena vinculación con la escala del paisaje. Estas estructuras incompletas y dinámicas, dejan que los elementos naturales participen en la definición del espacio, dando unidad a las formas que se acoplan entre ellas y el entorno.

En este territorio desértico donde los límites naturales, el perfil y la figura están definidos únicamente por el borde del mar, el borde del cerro y el cielo, la virtualidad de los límites de las formas construidas aparecen como una constante insinuación a la disipación de la materia, para transformarse de nuevo en luz. De manera que la definición del vacío, constructivamente lleno de fragilidad, que aparece en la arquitectura informal se ensambla a la consistente presencia del cerro y el mar, a diferencia de la arquitectura formal, cuya presencia no logra esa conexión y resulta generalmente una imposición y dominio sobre el medio ambiente.



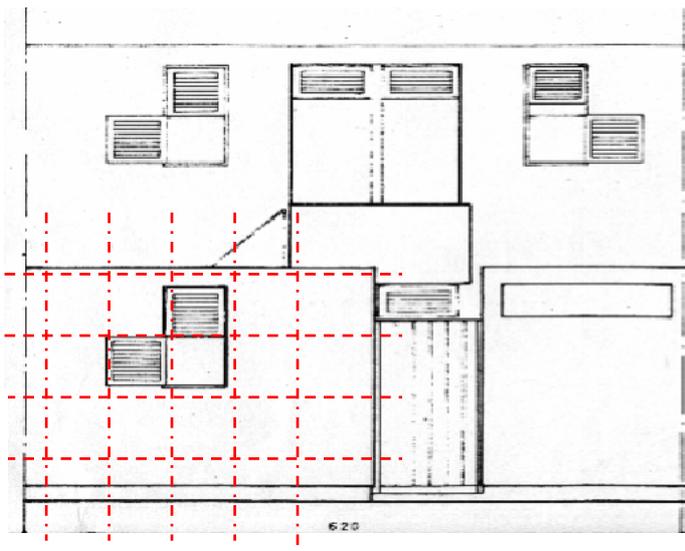


Fig. N° 299 RELACIÓN DE TAMAÑOS DE LA ABERTURA EN RELACIÓN CON EL LLENO DE LA FACHADA.
Foto: J. Guerra.

(2-b) Nivel lumínico: Transformación de los tamaños de las aberturas

VENTANA ORIGINAL EXTERIOR	VENTANA ORIGINAL INTERIOR
<p>0.60x1.20 = 0.72 m²</p>  <p>19.520 LUX EN AMBIENTE EXTERIOR, A LA SOMBRA / HRS 10.00</p>	 <p>144 LUX EN LA SUPERFICIE DE LA MESA DE COMEDOR / HRS 10.00</p>

- Las imágenes presentan el exterior e interior del mismo espacio, a través de la ventana típica –de 60 cm de ancho por 120 cm de alto– de las viviendas de la Población Salar del Carmen. Todas las ventanas contaban con una contraventana de protección solar, consistente en una persiana de madera de lamas fijas enrasada a la fachada exterior; ésta se dividida en dos cuerpos, practicable en dos sentidos, uno de los cuales posibilitaba el movimiento en el eje horizontal y el otro en el eje vertical, otorgando distintas posibilidades de control lumínico y de ventilación.
- En la Fig. N°299 se establece la relación de proporción que guarda el vacío de la ventana con el lleno de la fachada; en la vivienda original, esta corresponde aproximadamente a un décimo de la superficie del muro, (10% del muro). No obstante, las ampliaciones de las ventanas realizadas por los propietarios esta proporción se incrementa en el 30% o 40%. Estas proporciones son coherentes con los indicadores establecidos y recomendados por Mahoney (Tabla N° 38) para este tipo de clima.

Fig. N° 300

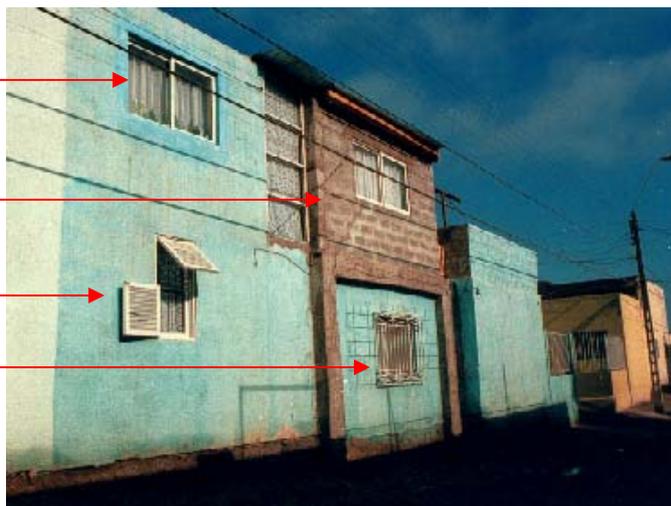
VENTANA ABIERTA

AMPLIACIÓN

VENTANA ORIGINAL

VENTANA TRANSFORMADA

Foto: J. Guerra.



VENTANA TRANSFORMADA EXTERIOR

VENTANA TRANSFORMADA INTERIOR



0.120 x 1.20 = 1.44 m2



173 LUX SUP. MESA ESTAR

- En estas imágenes se puede observar y comparar, la ventana original y la ventana transformada, en la misma vivienda y en igual orientación norte; una aporta iluminación al comedor y la otra a la estancia. La diferencia más evidente es que la ventana original cuenta con protección solar exterior, lo que permite filtrar al interior el paso de gran parte de la iluminación y de la radiación directa [Fig. N° 300].
- La cantidad de luz que penetra a un interior por una ventana de dimensiones (1,2 x 0,60) orientada al norte, es suficiente para iluminar un comedor de 15 m2 (3x5 m). Es decir, para el espacio que sirve la ventana, su dimensión y la cantidad de iluminación que deja pasar resultan ajustadas.
- La ventana transformada, además de su mayor dimensión no cuenta con protección exterior, por tanto la luminosidad que penetra es mayor, de alto nivel de reflexión e intenso deslumbramiento. Sin embargo, como el espacio que sirve es de mayor dimensión, la iluminación de la habitación es adecuada.



Fig. N° 301 (a) ENVOLVENTE



(b) LUZ QUE DEFINE ESPACIOS Foto: J. Guerra

COMENTARIOS

ENVOLVENTE / CONFORT VISUAL

La envolvente en la arquitectura del desierto se puede entender como una estructura que conforma diversas capas de sombras, además, de las funciones de delimitación espacial, ésta se transforma en un dispositivo destinado a reducir la incidencia de la luz exterior, a niveles deseados [Fig. N° 301 a].

Estas capas, tienen la misión de conducir y fragmentar la intensidad del caudal lumínico, que arriba con fuerza las superficies en las zonas áridas, llevándola a los interiores de manera controlada, transformada en luz indirecta, difusa, atenuada y gastada, que impregna totalmente las paredes de la vivienda, en una suave penumbra.

LA LUZ QUE PERFORA LOS ESPACIOS Y LOS ESPACIOS DE OSCURIDAD

A diferencia de la luz descrita por Tanizaki en referencia a la casa japonesa, donde la suave penumbra es la insinuación y evocación de objetos medio visibles [TANIZAKI, 1999].

En los ámbitos del desierto de Atacama la condición de verticalidad y solidez de la luz, tiende a perforar los espacios, atravesándolos y construyendo con su potencia los límites de un lugar. La luz participa de forma intensa al colarse en los interiores a través de las fisuras, intersticios o ranuras de la envolvente.

La conformación de espacios en semi-sombra, están indicados en la arquitectura del desierto, ya que contribuyen con todas las virtudes y efectos estéticos de la sombra a la definición de espacios confortables desde el punto de vista térmico y lumínico.

Los momentos de oscuridad, agregan a los espacios cualidades de profundidad, quietud y silencio cuando el exterior es pleno de luz, son oasis de descanso para la fatiga visual que produce la gran exposición a la luz solar [Fig N° 301 b].



Fig N°301(a) La transformación es entendida como una confluencia espontánea, orgánicamente evolucionada de diversas formas. Formas originales que surgen desde las necesidades de acondicionamiento ambiental.
Fotos: J. Guerra.

14.5.3. (a) ORIENTACIÓN / CONFORT CLIMÁTICO

(a-1) Relación de espacios, posición de las aberturas

El proyecto de la población Salar del Carmen fue construido en dos etapas, para cada una se establecen criterios de orientación diferentes. La primera etapa se conformó desde una estructura predial lineal, donde todas las unidades de viviendas se disponían en un único sentido de orientación; oriente-poniente. Ésta configuración estableció una posición de aberturas homogéneas, es decir, para todos los casos las ventanas se abrían al mar y al cerro. La segunda etapa en cambio, se concibió desde una estructura predial de agrupaciones, donde las unidades de viviendas configuran patios comunitarios, determinando que las disposiciones de las viviendas y las orientaciones de las aberturas fueran diversas.

Concerniente a la relación de espacios, podemos decir, que la configuración espacial de todos los prototipos de viviendas existentes en la población Salar del Carmen, observan una relación directa entre interiores y exteriores, construyéndose desde la misma propuesta, *la configuración de un vacío*, determinado por volúmenes enfrentados o en tensión que delimitan el frente y el fondo del predio. La siguiente operación es establecer un juego geométrico de reflexiones simétricas y repetitivas, en este sentido, la orientación de los patios y de las aberturas no están determinadas por criterios ambientales.

Las grandes transformaciones de las ventanas, pueden entenderse como una respuesta de acondicionamiento ambiental a una orientación o posición inadecuada, pero también, la alteración de los vanos debe explicarse desde su manifestación socio-cultural. Las pequeñas dimensiones de las ventanas, han significado unas acentuadas críticas estéticas por parte de los habitantes, tras la cual se evidencia otro factor de acondicionamiento ambiental, cual es la vinculación visual o de conexión con la exterioridad.



Fig.N° 301(b) El lugar de la escalera, en la mayoría de los casos queda definido un pozo de luz, una gran abertura que se configura como galería, lucernario o ventanal. El caso que se ilustra, con una orientación nor-orienta corresponde a la mejor disposición ambiental de una vivienda, ésta queda protegida del viento SW y del sol poniente, y favorecida con iluminación y radiación norte. Fotos: J. Guerra.

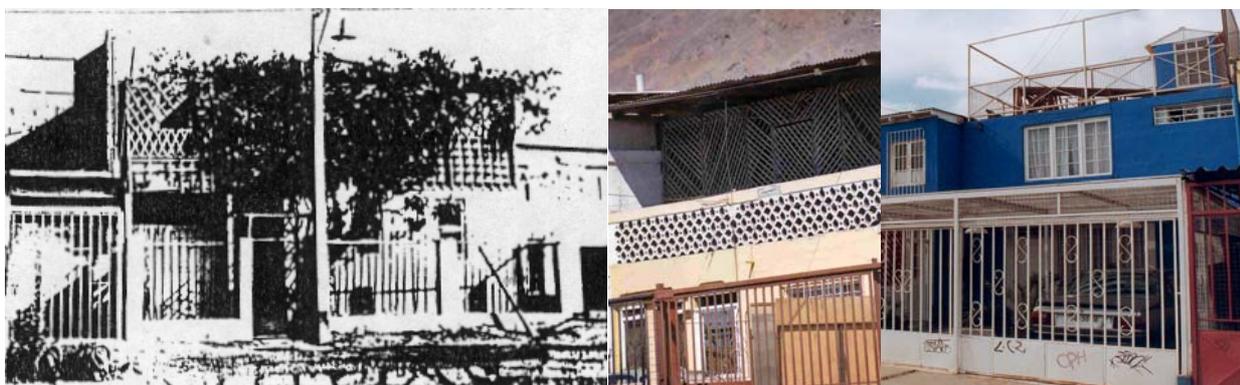


Fig.N° 301(c) En estos ejemplo, se ponen de manifiesto las estrategias pasivas de acondicionamiento ambiental poniente, como la doble piel definida por una simple estructura entramada de madera y también una doble envolvente que define la cubierta ventilada. Fotos: J. Guerra.

La imagen actual de la población Salar del Carmen, tiene mucho que ver con la fisonomía que adoptan sus aberturas y cerramientos, es producto de la superposición de los factores mencionados anteriormente, o lo que en síntesis Winy Maas [MVRDV, 1998] denomina *la confluencia espontánea orgánicamente evolucionada de diversas formas*, que tienen el propósito de marcar diferencias. Así, la imagen repetitiva y monótona del proyecto original, comienza a transmutar a otra, diversa y singular, que origina esta una nueva expresión múltiple y compleja de relaciones formales desarrollada a lo largo de cuarenta años de existencia de las viviendas de la población.

La orientación inadecuada de la vivienda, es la causal principal de los problemas ambientales o de confort climático detectados. En favor del acondicionamiento ambiental surgen elementos de protección solar, de aislamiento térmico y de ventilación, empleados y dispuestos según la problemática de cada caso. Así, la condición de casa pareadas, fuerza a que las soluciones de iluminación natural sean resueltas por un determinado diseño de cubierta, a la que se le incorporan componentes como lucernario, y claraboyas. La característica de las viviendas abiertas al mar, establece en estos casos, requerimientos de filtro solar y control lumínico en la fachada poniente, por el contrario, las viviendas que se enfrentan al cerro, las soluciones de control ambiental se sitúan en los ámbitos interiores, éstas viviendas, por lo general, también fuerzan funcional y espacialmente un giro que les permita ganar la visión hacia el paisaje oceánico.

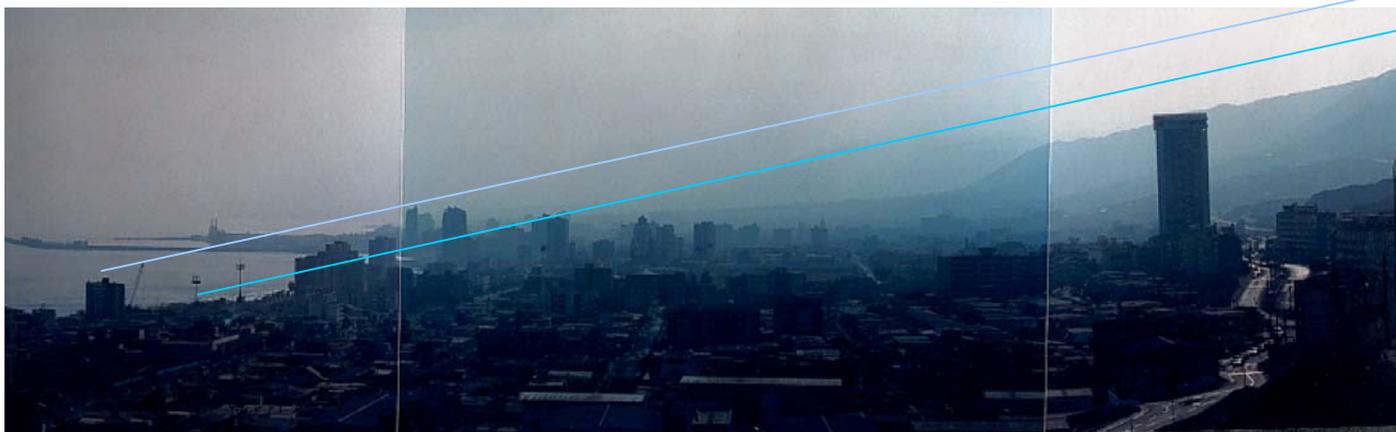


Fig. N° 302 CARACTERÍSTICA DE LA CONDICIÓN DE LUMINOSIDAD MATINAL HABITUAL EN LA CIUDAD DE ANTOFAGASTA. Una zona de sombra y penumbra envuelve la mañana, ésta se va recogiendo a medida que avanza el día, la primera luz enciende el primer brillo sobre la superficie del mar, la orilla del mar aparece nítida y claramente dibujada por las crestas de las olas.
Foto: J. Guerra

4.5.3. (b) ORIENTACIÓN / CONFORT VISUAL

(b-1) La acción intrusiva de luz vertical, fragmentación y graduación de la luminosidad en los ambientes desérticos

Los climas desérticos se caracterizan por una intensa luminosidad de componente directa, propio de una atmósfera de cielo despejado, no obstante, en las zonas del desierto costero, donde los cielos presentan mayor nubosidad, la cantidad de luz natural de componente difusa y reflejada se incrementa debido a las características del cielo nublado, con gran cantidad de partículas atmosféricas salinas, humedad y polvo en suspensión aportadas por el entorno marino, todo lo cual aumenta la sensación de incomodidad lumínica y cansancio visual causado por el alto grado de deslumbramiento.

Las superficies de las zonas áridas, suelos desnudos y secos, compuestos por arenas de colores claros, rocas brillantes y costrones de sal blanquecina, presentan un el albedo o porcentaje de energía que puede reflejarse en diversas longitudes de onda de aproximadamente de un 30%, lo cual las hace superficies altamente reflexivas.

La luz en la ciudad de Antofagasta por la mañanas es suave y rasante, llegando primero al borde costero, iluminando y perfilando los nítidos horizontes, llenando la orilla de luz, mientras, la ciudad y los cerros permanecen bajo un manto de sombra y penumbra, que va rápidamente descubriendo y despertando la ciudad [Fig. N° 302]. Siguiendo la trayectoria solar, a mediodía la luz lo envuelve todo, la atmósfera está cargada de luz sostenida, densa y blanquecina, los rayos de sol caen de forma vertical e implacable sobre los muros reflejándose y multiplicándose con su fuerza extrema logran atravesar los espacios, los rayos se filtran por cualquier fisura, deslumbrante, son rayos plenos que consumen el color.

En las tardes, cuando el paisaje de luz se traslada a los cerros, la luz horizontal se asienta, instaurando los colores encendidos y los contrastes. Es bajo esta condición, cuando el sentido de



Fig. N° 303 ASPECTO DE LA LUMINOSIDAD HABITUAL DE LA CIUDAD DE ANTOFAGASTA POR LAS TARDES
Los brillos se trasladan a los cerros que se iluminan y reflejan el paso y cambios de la luminosidad
Foto: J. Guerra

orientación y protección de la vivienda es esencial, el desconocimiento de esta circunstancia ha dado lugar a muchas improvisaciones desafortunadas [Fig. N° 303].

En la definición del espacio arquitectónico, el manejo de la luz es fundamental en cualquier ambiente. En la climatología del desierto la luz se impone como un elemento activo. Así en el caso de estudio la luz tiene una acción intrusiva en los espacios, llegando a transformar la percepción de estos.

La arquitectura del desierto desde el punto de vista lumínico, visual y térmico ha respondido de diversas formas para controlar los efectos de la alta radiación solar y deslumbramiento de la luz, la mayoría de los dispositivos persiguen obstaculizar la luz solar, con dispositivos de fragmentación y graduación, como aleros, toldos persianas y filtros. Las viviendas de la población Salar del Carmen responden a la áspera luz del desierto, aumentando los espacios donde se ejerce la graduación y la acomodación visual, ambientes donde se controlan los estímulos lumínicos intensos. Unas estructuras interpuestas delante la luz, construyen una transición que va del pleno sol a la sombra, interiores oscuros, adecuándose a la fisiología del cuerpo, la distribuyen, la dispersan o la filtran desde el exterior, haciendo decrecer su fuerza, domesticando su fluir. La violencia del sol que cae deslumbrante y enérgica en el exterior, se remansa en los interiores mediante espacios intermedios, de descanso y tregua; enriqueciendo la penumbra y la sombra con multitud de matices y reflejos. A través del ciclo diurno, este efecto se incrementa, las coloraciones frías o cálidas se suceden y combinan en nuevos tintes.

Todas estas prácticas, habituales en la arquitectura tradicional y que de manera intuitiva e informal son aplicaciones reconocibles en la transformación de las viviendas de la población Salar del Carmen, no son actitudes apropiadas en la arquitectura formal de las ciudades del desierto de Chile, éstas desaparecen por aspiración de transparencia y luminosidad de los espacios, cuestiones que hacen referencia a otros climas.

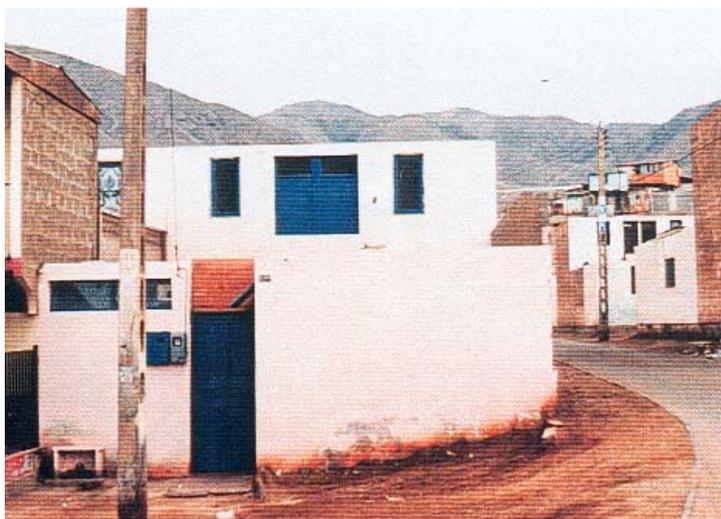


Fig. N° 304
MODELO ORIGINAL, CASAS DE COLOR BLANCO
Foto: [MEZA Y TORO, 1992]

4.5.4. (a) EL COLOR / CONFORT CLIMÁTICO

(a-1) El blanco y la incidencia del color exterior

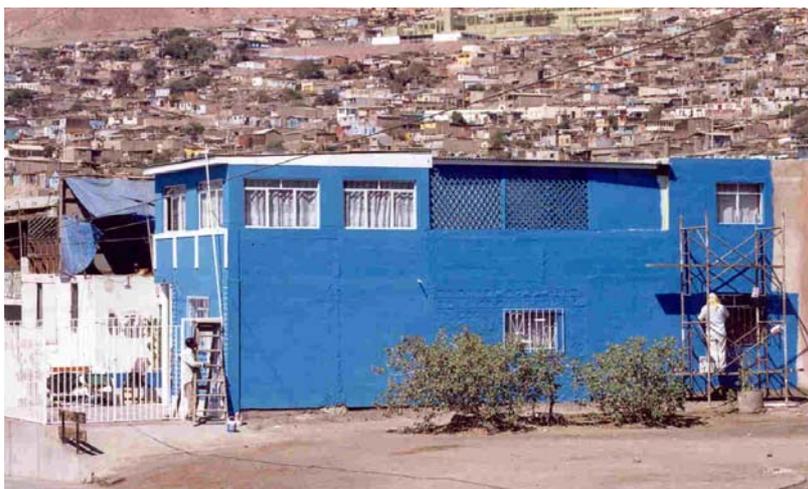
El análisis de la transformación ambiental de las viviendas de la población Salar del Carmen no sería completo si dejáramos de referirnos a la transformación del color. Conscientes de la complejidad implícita que tiene el color, como un idioma que expresa significados por asociación, nuestro acercamiento intenta dejar constancia de este hecho, indagando en la relación existente entre las características de color del ambiente desértico y los efectos térmicos y lumínicos del color en los edificios.

355

En el caso de estudio, el color debe ser entendido como un atributo, un componente que transforma a las viviendas del color blanco original y único, aplicado a todo el conjunto como voluntad arquitectónica, a la actual conformación de una carta de color diversa y singular. Es interesante, contrastar la visión teórica con ciertos supuestos dados por verdaderos, con la respuesta genuina y directa de los pobladores, donde el color constituye una contestación visual, una respuesta de las personas a las características del ambiente natural [SWIRNOFF, 2000].

La elección del color blanco, en la población Salar del Carmen se manifestó en su época como el hecho, que más impacto provocó en el ambiente de la ciudad de los años 1960; esta fue una apuesta rotunda por una arquitectura blanca y desnuda, cuya presencia era contrastante con los colores ocres de la también desnuda tierra árida. El conjunto habitacional tenía una destacada presencia desde la lejanía, brillando bajo la luz del desierto; con el tiempo esta luminosidad fue opacada por el rigor de los agentes ambientales, la humedad, la salinidad y el polvo se encargaron de opacar su brillo y mimetizar su presencia.

Fig. N° 304 (a)
CASAS AZUL. Pob. Salar del
Carmen
Foto: J. Guerra.



(a-2) La referencia y preferencia por el color blanco

La opción por el color blanco del conjunto habitacional obedeció, en primer lugar, a una referencia directa con la arquitectura tradicional blanca de los pueblos mediterráneos; construida de altos y gruesos muros de adobe o piedra, que exterior e interiormente son pintados de blanco, dado el alto coeficiente de reflexión (0,85) del yeso blanco mate, lo que contribuye al aislamiento térmico diurno y la conservación de una temperatura interior confortable, además esta estrategia esta asociado a la forma y la configuración urbana, cuya principal expresión es la de estrechos callejones peatonales con un confortable microclima. En segundo lugar, la preferencia por el blanco obedece a la máxima exaltación de la pureza y el esplendor de las nuevas formas lisas, simples y puras, que construyen la esencia poética de la arquitectura moderna, en rigor a su sentido original de definir volúmenes y espacios bajo la luz. Substancialmente obedece a la impronta acromática, gris y blanca, que deja al color postergado en la arquitectura contemporánea.

356

El efecto del color en la obra arquitectónica resurge con intensidad en los años setenta, pero no será hasta los años ochenta, bajo la corriente posmoderna, en que éste toma preeminencia y participación en el espacio urbano, cambiando el color de las ciudades.

En la actualidad, la tendencia hacia contemplar los materiales en su naturaleza y autenticidad, el uso del color queda entregado a las cualidades y calidades propias de éstos, de este modo cambia el sentido de simple capa de protección para una superficie. La comprensión del color como un elemento arquitectónico, que da forma a la interfase entre la superficie y espacio, es una actitud que gobierna el uso de color en la reciente arquitectura [MACK, 2001].



Fig. N° 305 CASA AMARILLA Y CASA ROJA EN LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN, JUNIO DEL 2001
Foto: J. Guerra

(a-3) El color del desierto, identidad ambiental en la Población Salar del Carmen

La transformación del color en el caso de estudio se presenta como una reacción que en principio, no sería consecuente con la teoría que aconseja la utilización del color blanco en zonas cálidas, por la influencia que ejercen los colores claros sobre la reflexión y la absorción del calor recibido por la radiación solar sobre cubiertas y fachadas.

No obstante, este cambio, sería consecuente con la teoría de los colores fríos, que liga a esta más bien a una acción de diseño consciente de las características medioambientales. En el caso de los ambientes desérticos, la carencia del verde y la gran luminosidad llevaría a la elección de colores fríos como verdes y azules. Lo que queda reflejado en las imágenes capturas en la población Salar del Carmen [Fig. N° 304 / 304a / 305 / 306].

En cualquier caso, el color blanco aporta mayor luminosidad y deslumbramiento a un ambiente naturalmente saturado de luz. Si las paredes de un edificio tradicional japonés están preparadas para recibir los débiles rayos de sol de ese clima, los muros tienen colores neutros para que los rayos tristes y frágiles puedan caer en reposo absoluto [TANIZAKI, 1999]. Por el contrario, en el intenso ambiente lumínico del trópico de Capricornio, los enérgicos rayos, parece que desataron una reacción de furia de color en sus habitantes, ya que, lejos de utilizar tonos suaves, aquí los colores se intensifican y las paredes y muros incorporan colores fuertes y brillantes, colores vivos y luminosos que contribuyen a vitalizar la escena urbana y del paisaje natural.

Una explicación a esta reacción, se establece en la investigación de Swirnoff, sobre el color de las ciudades. La composición de una paleta de colores urbana sería fruto de una reacción colectiva al ambiente, cultivada en el tiempo; sería una reacción después de una prolongada exposición del ojo y el cerebro a las condiciones del ambiente. Así por ejemplo, el azul francés no aparece en los pueblos de



Fig. N° 306 CASA AZUL YVERDE
Población Salar del Carmen
Foto: J. Guerra

Italia, y los ocres italianos, no están presentes en París. Dado que el color, más que cualquier otro atributo formal, representa una respuesta directa a la particularidad del contexto natural y es una manera básica de conferir identidad al ambiente construido [SWIRNOFF, 2000]

Siguiendo el razonamiento de Swirnoff, creemos que el colorido actual de la población Salar del Carmen, cultivado a lo largo de estos cuarenta años, conforma una paleta de colores propios y adecuados a las condiciones que dominan el medio ambiente desértico. Asimismo, se puede instaurar esta carta de colores como un elemento de identidad, en tanto en cuanto son colores que puestos en este soporte comunican y expresan una determinada respuesta medioambiental se conforman en satisfactores de una carencia o necesidad de los habitantes.

358

El primer factor que conforma la percepción de un lugar es la interacción entre luz y sombra, determinada por el ángulo de incidencia solar, latitud y altitud. La intensidad y claridad de la penetrante luz del desierto, que llega a quemar las superficies, determina la coloración de los cuerpos, los componentes químicos de tierras definen los colores, y la claridad o translucidez de la atmósfera estimula la percepción visual.

En la arquitectura tradicional del desierto, la presencia del color deriva o procede de la naturaleza de los materiales constructivos, la tierra y las fibras naturales están asociadas con los colores propios, que se mimetizan y mezclan; en los interiores el color lo aportan los objetos, donde también se aprecia que la ausencia del verde y la gran luminosidad determinan ciertas preferencias por los colores fríos.

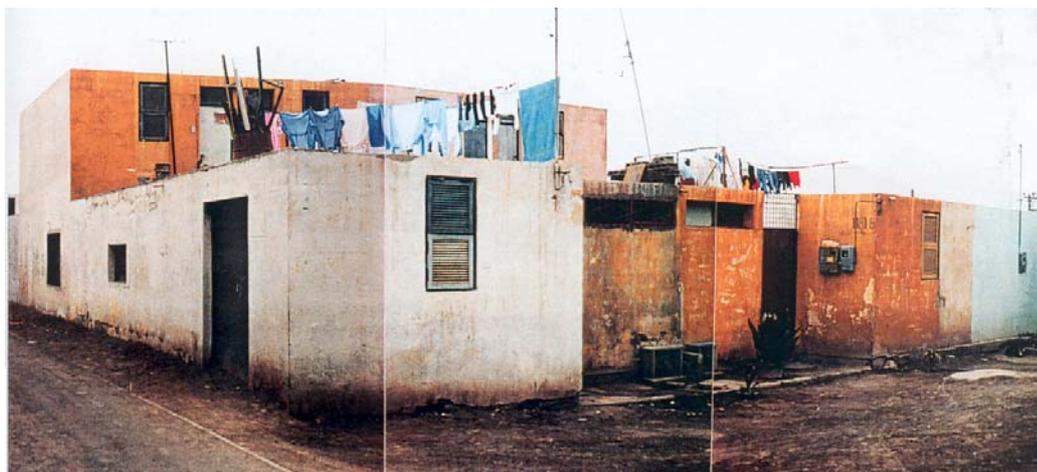


Fig. N° 307 CASA BLANCA Y OCRE
 Población Salar del Carmen
 Foto: [MEZA Y TORO, 1992]

En el siglo XIX las tribus nómadas de la región de Mongolia, en el desierto de Asia Central, los Khanates trasladaron los artefactos de su civilización a la vida en el desierto, adaptando para ello de forma ingeniosa su hábitat tradicional, los Yurts¹⁴⁹. Las estrategias de los Khanates para acondicionar su hábitat a las severas condiciones climáticas y de luz del desierto fueron diversas, algunas de éstas consistieron en transformar su vivienda en una tienda transportable de fácil armado, otra acción estratégica fue llevar en sus tejidos y vestidos –los ikat–, los colores rojos y amarillos brillantes e índigos profundos que quedaron dispuestos en el espacio interior. Con estas maniobras de restauración constituyeron en la aridez del desierto parte esencial de sus tradiciones.

359

El uso de colores saturados en el hábitat y en los vestidos de los nómades del desierto de Mongolia, representa el recuerdo de un ambiente coloreado, ofreciendo un alivio transitorio a la neutralidad de las extensiones del desierto.

La retina humana reacciona a los estímulos brillantes de la luz, blanqueando las células receptoras, que responden a la rica saturación de colores. El uso de ambientes luminosos o profundamente saturados de colores, restaura el equilibrio del sistema visual, cuando se ofrecen como el antídoto o complementan a la monotonía yerma de los ambientes desérticos [HUTCHINGS, 1998].

Desde este enfoque podemos entender la aplicación de colores fuertes e intensos en las viviendas de la población Salar del Carmen, colores que quedan registrados en la paleta conformada por la investigación, esta es una respuesta a las carencias o ausencias, recuerdo nostálgico de ambientes verdes y desde la perspectiva biológica representan un alivio visual.

Una respuesta análoga se observa en los recintos interiores de las posadas carreteras existentes en el desierto de Atacama, éstos se pintan de intenso verde y decoran con imágenes que recrean paisajes de abundante vegetación y caudalosos ríos.

¹⁴⁹ [En línea] <www.woodlandyurts.co.uk> Yurt: es la tienda de las tribus nómadas de Mongolia en el desierto de Asia central.

Fig. N° 308
COLOR DE LAS VIVIENDAS AÑO 1991.
Foto: [MEZA Y TORO, 1992]

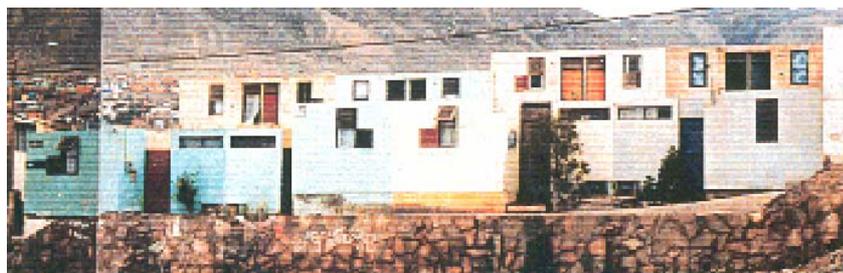


Fig. N° 309
COLOR DE LAS VIVIENDAS EN 2001
Foto: J. GUERRA.



(a-4) Los efectos térmicos del color en los edificios

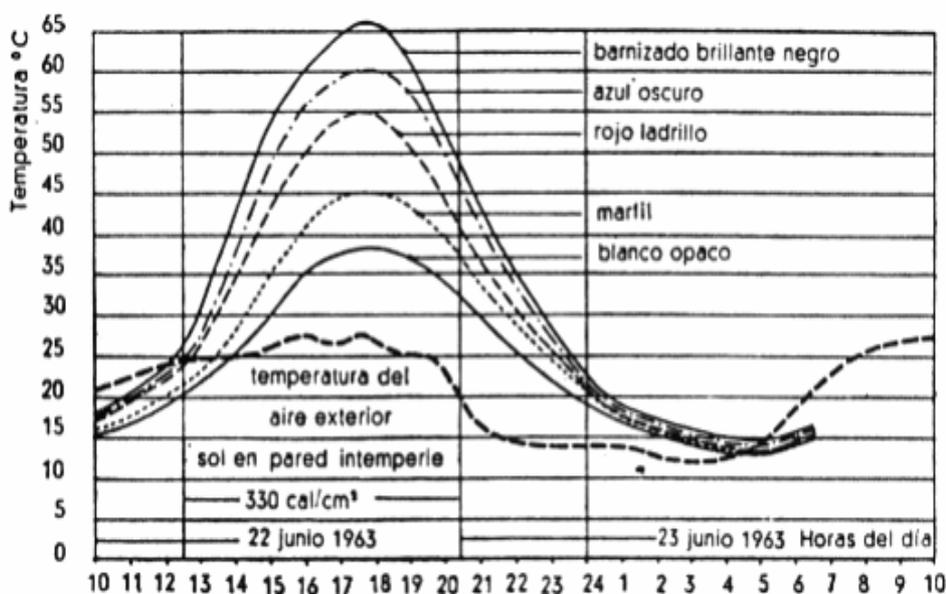
El cambio de color de una fachada es la transformación más fácil de realizar e intervenir los espacios, sin embargo, por sencilla que pueda parecer esta acción, una fina película de color implica una importante alteración de la percepción [KOOLHAAS, 2001].

El color otorga un increíble efecto sensorial que altera el estado de los objetos y ambientes, actuando sólo superficialmente, con una delgada capa de color se pueden otorgar cualidades de solidez, dureza, calidez o frialdad a los objetos y ambientes, consiguiendo cambiar nuestra apreciación de la materia y su naturaleza [MENDINI, 2001]. Por otra parte, el impacto de la radiación solar sobre el color, o la incidencia del color en el edificio en el ámbito térmico, es sobradamente conocida y experimentada cotidianamente al palpar objetos negros o caminar por pavimentos asfálticos.

El color conjuntamente con la cantidad de exposición solar, la textura y el tipo de material de cerramiento participa dentro de las variables que influyen en la ganancia solar a través de los muros. Éste tiene una participación clave en los efectos térmicos. Así, el porcentaje de energía solar absorbida por los cerramientos depende de color y textura de la superficie de terminación, se ha comprobado que se puede reducir en un 25% el efecto de aislamiento térmico de las superficies pintando los muros con color gris claro.

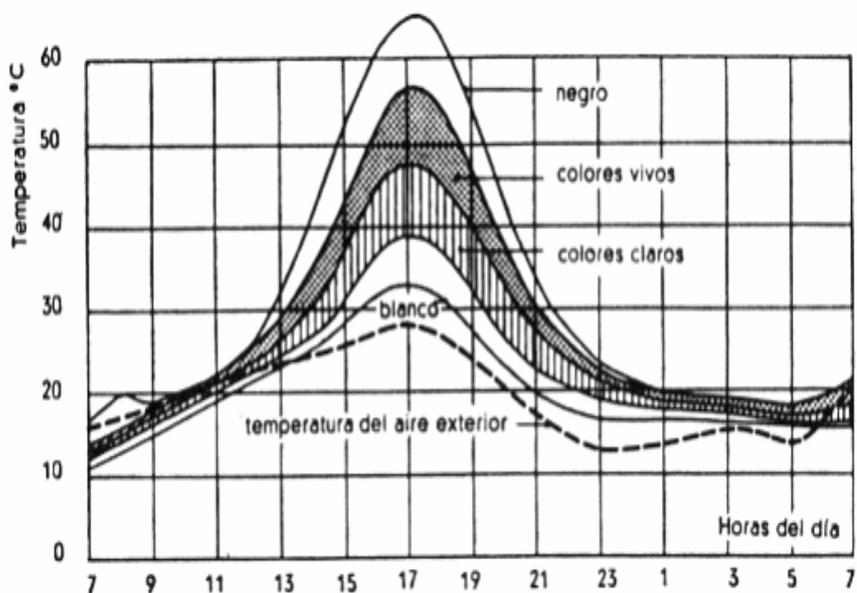
En zonas áridas, con gran necesidad de refrigeración, resultara más ventajoso pintar los techos de colores claros, reflexivos y que difundan la luz solar antes de que ésta sea absorbida por los muros e imponga una carga adicional de calor [CLARK, 1998].

Fig. N°310 GRÁFICO RELACIÓN ENTRE COLOR DE LAS SUPERFICIES Y TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR



- 1) Las investigaciones del Instituto de Física Técnica de Stuttgart, aconsejan la utilización del color blanco en las zonas cálidas para ayudar al aislamiento térmico de la vivienda. Puesto que se ha demostrado que las temperaturas de las superficiales expuestas a la radiación solar, varían considerablemente conforme a su color. Especial consideración, se debe tener con el color de las superficies orientadas al poniente, además, de los notables efectos de tensiones en los materiales a causa de la dilatación y contracción de los mismos.
- 2) La influencia de la radiación solar sobre las temperaturas de los revestimientos, esta directamente relacionada con el color de la superficie, es decir, mientras más oscura sea la superficie, mayor será su temperatura superficial.

Fig. N° 311 GRÁFICO DE LA TEMPERATURA Y EL COLOR



- 1) El gráfico muestra la influencia del color, en las variaciones diarias de la temperatura superficial de los revocos exteriores. Mediciones realizadas en verano, en una pared de 30 cm de bloques huecos, orientada al oeste.
- 2) Se evidencia como el efecto del color superficial, es relevante en el comportamiento térmico del revestimiento. Mientras la temperatura en las superficies blancas es ligeramente superior en relación con la temperatura del aire exterior ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), la temperatura de las superficies negras, en cambio, es perceptiblemente más alta ($\pm 35^{\circ}\text{C}$), en relación con la temperatura del aire exterior.
- 3) Otro efecto de las diferencias de color superficial, es que las variaciones de tensión diaria, producen una oscilación de tensión en los revocos, causante de desperfectos por dilatación.

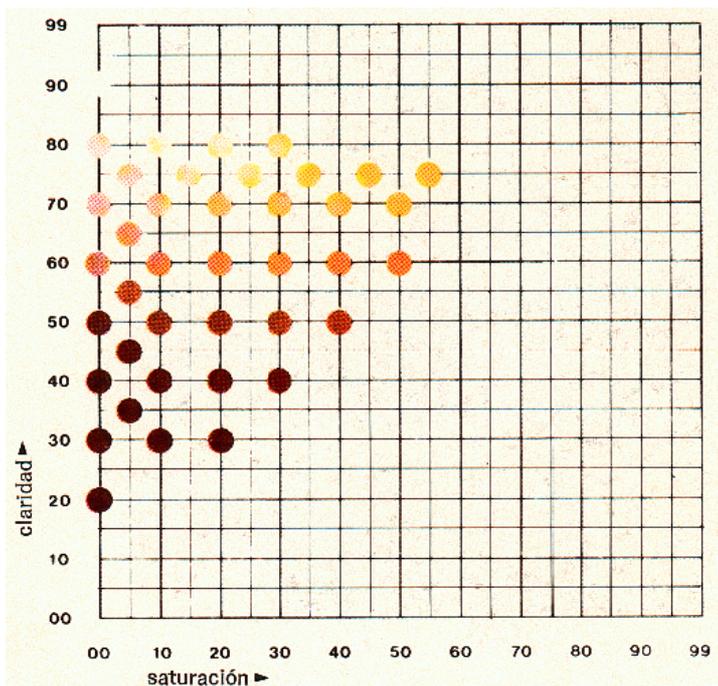


Fig. N° 312
 REPRESENTACIÓN DE UN PLANO DE TONOS DE COLOR DEL SISTEMA ACC (CLARIDAD / SATURACION)
 Fuente: [Diccionario Akal del color, 2001]

A partir de la representación de un plano de tonos de color del sistema ACC. [Fig. N° 312], en donde los planos de tonos del sistema se definen por la saturación (eje horizontal) y la claridad (eje vertical), y la tabla de notación del color, según la relación de claridad/saturación [TABLA N° 41], se construyó el inventario cromatológico de la Población Salar del Carmen [TABLA N°42], que a continuación se presenta.

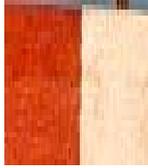
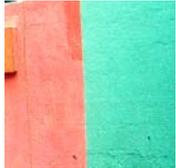
363

TABLA N°41 NOTACIÓN DEL COLOR SEGÚN LA RELACIÓN: CLARIDAD / SATURACIÓN									
100	BLANCO BLANQUECINO								
90	MUY CLARO								
80	CLARO								
70	SEMICLARO								
60	MEDIO								
50	SEMIOSCURO SEMINEUTRO	MUY DÉBIL	DÉBIL	MODERADO	FUERTE	MUY FUERTE	VIVO	MUY VIVO	
40	OSCURO						INTENSO		
30	MUY OSCURO								
20	NEGRUZCO								
10	NEGRO								
00		25	50	75	100	125	150	175	200

Fuente: [Diccionario del Color Akal, 2001]

TABLA N°42
INVENTARIO CROMATOLÓGICO DE LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN

ROJOS

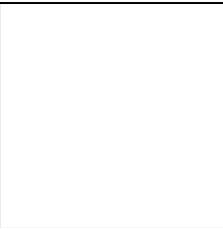
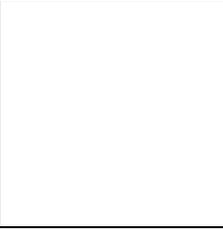
				20% reflectante 
				
				

364

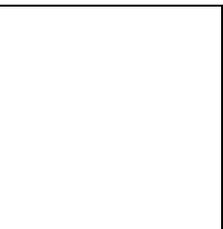
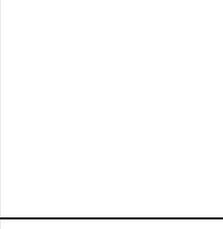
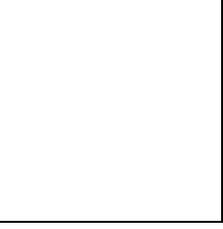
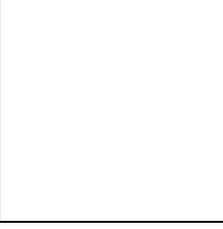
AMARILLOS / OCRES

				
			71% reflectante 	
				

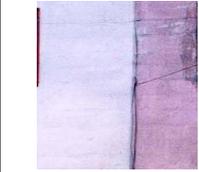
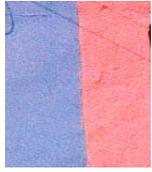
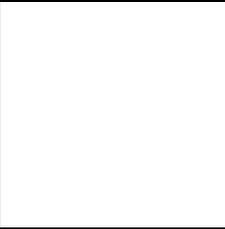
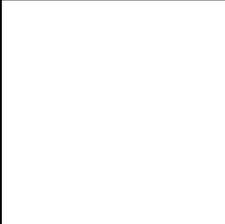
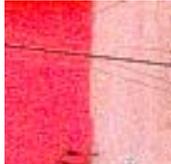
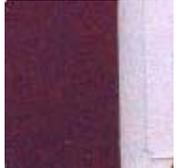
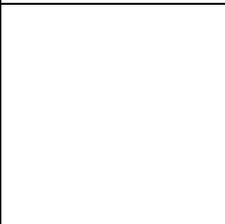
VERDES

				
15% reflectante 				
				

AZULES

VIOLETAS / PURPURAS

				
				
	9% reflectante 			

Del inventario se pueden realizar las siguientes observaciones:

- El color blanco original de las viviendas ha desaparecido de las fachadas exteriores, pero se puede encontrar en los espacios interiores.
- En el exterior, los colores se utilizan en sus tonos más intensos, ya que éstos entran rápidamente en un proceso de decoloración y palidez, por efecto de la radiación y polución que los quema y desgasta.
- Se constata que la recomendación de utilizar el color blanco en zonas cálidas no es asumida y contrariamente, se impone la aplicación de colores llamativos y vibrantes, no sólo como una tendencia colorista, sino como una reacción colectiva al ambiente árido.
- Los tonos verdes y azules o colores fríos son una constante en la coloración de las fachadas exteriores, aunque también, su presencia en interiores es destacable, como una manera de rebajar tensión lumínica y térmica.
- El contraste y combinación de colores son fuertes, tanto por un voluntad de identidad como por una forma de equiparar la ausencia del color natural aportado por la vegetación.
- Debido a la gran polución ambiental, polvo y salinidad las fachadas requieren de un mantenimiento frecuente, al respecto, ha surgido la alternativa del revestimiento cerámico en las fachadas, que presentan mayor durabilidad y facilidad de limpieza.

- Se constata una tendencia a colores de luminosidad media a baja, como colores verde y azul oscuro.
- Respecto al poder reflexivo de los colores, la tendencia es a colores de baja capacidad reflexiva, como verde esmeralda o azul mar.
- Lo azules y violetas también son colores que tienen una presencia importante, cuyo poder de luminosidad y reflexivo es bajo.
- Los tonos cálidos como amarillos ocres y rojos que presentan poder reflexivo bajo y luminosidad también baja, tienen una presencia importante, sin embargo, éstos colores tienen el problema que denotan rápidamente el paso del tiempo y la adición de polvo superficial.

TABLA N°43 PORCENTAJES DE LUMINOSIDAD / VISIBILIDAD / REFLEXIBILIDAD DE LOS COLORES

	Luminosidad %	Visibilidad %	poder reflexivo %	
ROJO-MAGENTA	15	10	12	cálido
ESCARLATA FUCSIA	16	11	13	cálido
BERMELLÓN	17	16	15	cálido
ROJO-NARANJA	20	30	21	cálido
NARANJA	50	40	25	cálido
CADMIO OSCURO	80	60	30	cálido
CADMIO OSCURO	90	80	40	cálido
AMARILLO-CADMIO CLARO	95	98	50	cálido
AMARILLO	100	98	53	medio
AMARILLO LIMÓN	98	97	50	frío-medio
VERDE SECO	90	95	45	frío
VERDE DORADO-VERDE CLARO	80	90	30	frío
VERDE	78	89	15	frío
VERDE ESMERALDA	70	75	12	frío
AZUL MAR	50	60	10	frío
AZUL PRUSIA	40	30	8	frío
AZUL CYAN	30	20	8	frío
AZUL COBALTO	28	18	7	frío
AZUL ULTRAMAR	26	10	6	frío
AZUL VIOLETA	20	8	5	frío
VIOLETA	10	2	2	neutro-cálido-frío
ROJO-VIOLETA	10	8	6	neutro-cálido
GRANATE	12	9	8	cálido
PURPURA-GROSELLA	14	9	10	cálido

FUENTE: [GARCIA-BERMEJO, 1993]



Fig. N° 313 CASA SALAR 09 / EXALTACIÓN DEL COLOR AZUL-VERDE EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA DE LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN

4.5.4. (b) COLOR / CONFORT VISUAL

(b-1) Nivel lumínico: el contraste entre colores cálidos y fríos

La participación del color en el ambiente interior es un componente determinante en la calidad lumínica de los espacios y las cualidades sensoriales de confort visual de los ambientes. La luminosidad de los espacios no sólo está relacionado con el tamaño de los vanos, la orientación o las características del entorno circundante, sino que de manera muy importante con las propiedades del color.

Los colores de un interior, actúan determinadamente en nuestra percepción del tamaño de los espacios, éstos pueden evocar asociaciones con olores y sabores, consiguen hacer que algo parezca pesado, liviano, o voluminoso, éstas son asociaciones son muy innegables y juegan un papel muy importante en el diseño del ambiente donde entran en juego relaciones con los sonidos, temperaturas o impresiones táctiles [MAHNKE, 1996].

Así por ejemplo, el color azul-verde, se especifica como adecuado para los dormitorios en climas cálidos o con mucha luz natural, igualmente para oficinas y lugares de estudio¹⁵⁰, debido a que éste tiene la cualidad de repartir el contenido de la luz en diversas fases cromáticas, expresado en conceptos como serenidad y frío. La utilización de este color en la definición del espacio interior, se ha podido comprobar a través de la experiencia empírica. Tal y como se observa en la fotografía de la [Fig. N° 313], en la que la vivienda por completo es una exaltación al color azul-verde.

En general, los colores suaves o pálidos aumentan el tamaño de las habitaciones, por el contrario los colores oscuros o saturados destacan y disminuyen su tamaño. Asimismo, el color vinculado con el nivel de iluminación de un espacio, incorpora efectos de percepción térmica, con relación a la tonalidad cálida o fría de los estos. N° 314 / 315].

¹⁵⁰ Fuente[En línea] <<http://www.proyectando.com.ar/notas/not10.htm>>



Fig. N° 313 (a) CASA AZUL-VERDE EN LA POBLACIÓN SALAR DEL CARMEN/ VISTA EXTERIOR Y HABITACIONES INTERIORES.

La percepción térmica de los colores, es una hipótesis bastante analizada en diversos estudios, el color tiene el poder para hacer pensar en calor moderado o frío, la apreciación de los individuos es bastante unánime respecto a esta percepción inducida por los colores. Así, lo demuestran las investigaciones realizadas por Johannes Itten. En sus experiencias encuentra una diferencia de cinco a cuatro grados basándose en el sentimiento subjetivo de calor o frío. Alojando a unos colaboradores en un taller pintado de azul-verde a una temperatura de 15°C y a otros en un taller pintado de rojo-naranja a una temperatura de 11°C. Los resultados fueron que los ocupantes del cuarto azul-verde, sentían frío en la habitación a los 15°C, en cambio los ocupantes del taller rojo-naranja no se sentían fríos hasta una temperatura por debajo de los 12°C [BIRREN, 1970].

369

Otros ejemplos en el mismo sentido, es la experiencia de William Clark realizada en una cafetería de color azul ubicada al interior de una fábrica. Los empleados sentían frío, aunque la temperatura ambiente estaba a 20°C, cuando se cambió el color a naranja y se mantuvo el termostato en los 20°C, los empleados consideraron que la cafetería era muy calurosa, por lo que se bajó la temperatura ambiente a los 18°C [MAHNKE, 1996].

Por otra parte se obtuvieron resultados similares en un experimento con caballos de carrera. Un establo se dividió en dos secciones, una se pintó de azul, el otro rojo-naranja, después de una carrera los caballos en la sección azul se tranquilizaron antes que los que permanecían en la sección roja, éstos últimos permanecían calientes e inquietos durante mayor tiempo.

Objetivamente, esta experiencia significa que el azul-verde reduce la velocidad la circulación de la sangre y el rojo-naranja la estimula.

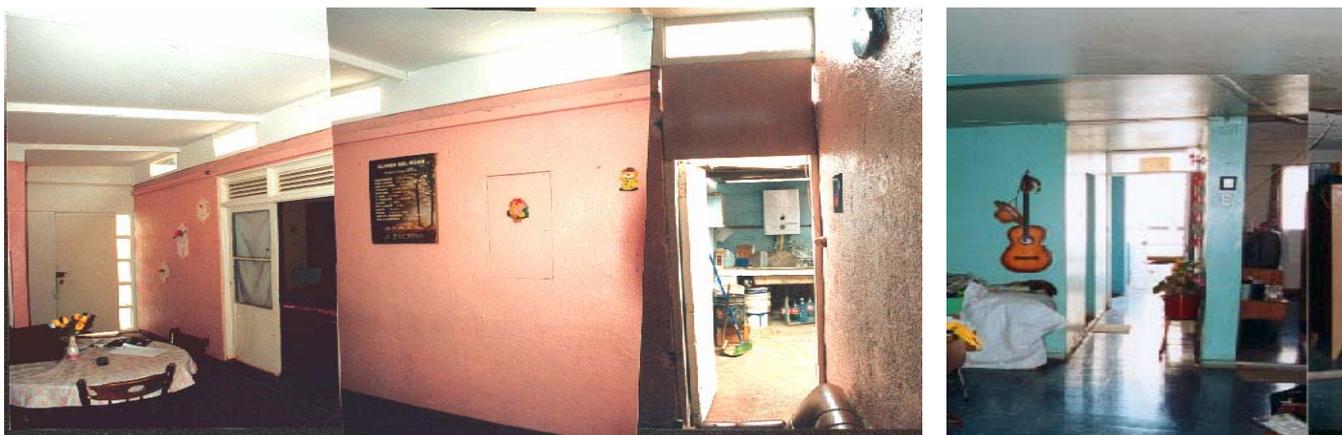


Fig. N° 314 (a) CASA SALAR 08 / COLOR INTERIOR ROSA FUERTE (b) CASA SALAR 02 / COLOR INTERIOR VERDE CLARO FUERTE
Foto: J. Guerra

TABLA N°44 PERCEPCIÓN DE PESO Y TAMAÑO CON RELACIÓN A LOS COLORES

Colores claros / cálidos	Colores oscuros / fríos
<ul style="list-style-type: none"> - Los claros más livianos y menos saturados parecen menos densos. - Los colores frescos hacen aparecer las cosas más cerca y pequeñas. - El color amarillo es el más ligero. - Los colores rojos, naranjas, y amarillos pueden ser "más calurosos" en el sentido que son más próximos a nosotros. - El rojo tiene una longitud de onda más larga y por consiguiente un punto focal más próximo - Los colores más claros, reflejan más la luz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los colores más oscuros como los violáceos parecen más pesados. - Los colores cálidos hacen aparecer las cosas más lejos y grande. - Los colores verdes, azules, o púrpuras parecen retroceder las paredes y dan una percepción más abierta del espacio. - El azul tiene una longitud de onda más corta y por consiguiente su punto focal más distante. - Los colores amarillos y violetas tienen el contraste luz-oscuridad más fuerte. - Los colores amarillo-verde, verde, azul-verde, azul, azul-violeta y violeta son los llamados colores fríos. - El color más oscuro, absorbe más luz.

[MAHNKE, 1996]



Fig. N° 315 CASA SALAR 17 / EXTERIOR AZUL / INTERIOR AZUL Y AMARILLO

(b-2) El ambiente y las condiciones visuales confortables

En el diseño de un espacio merece especial preocupación las condicionantes que afectarán a la eficiencia y confort visual. El control de contrastes extremos entre oscuridad y luminosidad es esencial más aún en las zonas desérticas si éstos no se regulan, se ha demostrado que los músculos del iris experimentan una tensión indebida porque se les obliga a sufrir ajustes de constantes, provocando la denominada fatiga visual.

Para pasar de ambientes oscuros a luminosos el proceso es muy rápido pero en el caso contrario es mucho más lento. Al cabo de un minuto, se tiene una adaptación aceptable. A medida que pasa el tiempo vemos mejor en la oscuridad y a la media hora ya vemos bastante bien. La adaptación completa se produce pasada una hora. [HUTCHINGS, 1998]

El investigador E. Grandjean, del Instituto para la Higiene Industrial y Fisiología del Trabajo en Zurich, realizó un estudio, en el que se controlaron apropiadamente los contrastes de brillo en un ambiente de trabajo, lo cual significó un aumento en el desempeño laboral y disminuyó fatiga fisiológica. Según este investigador, debe mantenerse una visión al medio tono, en una proporción del luz-reflexión ideal, que es, tres a uno [MAHNKE, 1996].

Los contrastes insuficientes o débiles son emocionalmente insatisfactorios, tanto como los contrastes fuertes, provocando el mismo problema de tensión ocular. La luz intensa reflejada, es el resultado de la reflexión especular de alta luminancia en superficies pulidas, esta es una de las razones por la que se plantean las siguientes recomendaciones:

- (1) Procurar que las superficies y paredes se proyecten en tonos mates.
- (2) Utilizar en las paredes que contienen ventanas, colores ligeros para eliminar el brillo y el fuerte contraste entre las paredes oscuras y las iluminadas, a través de las cuales entra la luz solar.



Fig. Nº 315a CASA SALAR 19 / EXTERIOR AMARILLO / INTERIOR AMARILLO

- (3) Utilizar protección solar exterior en las ventanas causantes de luz directa intensa, que deja en sombra o contraluz a las personas que enfrentan esas ventanas.
- (4) Proteger adecuadamente con persianas o pantallas las fuentes ligeras de alta o baja intensidad. En tareas que exigen mucho trabajo con luz localizada, debe introducirse un contraste con una fuente ligera, para no dejar sectores de la habitación a oscuras.
- (5) Los objetos y las superficies tendrán una apariencia colorida normal, con luz cálida a baja intensidad y una apariencia colorida fresca, bajo la luz fría de alta intensidad.

TABLA Nº 45 ESTRATEGIAS PARA LA ELECCIÓN DE COLORES EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Colores cálidos Rojos, Naranjas, Amarillos	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura ambiente promedio baja - El ambiente muy grande. - Ruido de fondo bajo. - Textura de elementos existentes moderada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar, no requieren de un esfuerzo físico mayor. - Tiempo de permanencia corto. - Se desea una atmósfera estimulante. - La iluminación es fluorescente.
Colores fríos Azules, Verdes Púrpuras	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura ambiente promedio alta - Ruido de fondo alto. - El ambiente es muy pequeño. - La iluminación es cálida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Textura elementos destacada - Actividades a desarrollar, requieren de un importante esfuerzo físico. - El tiempo de permanencia es largo. - Se desea una atmósfera tranquilizante.
Neutros	Blanco y negros	

Fuente: [LOZANO, 1978]

TABLA Nº 46 REFLECTANCIA RECOMENDADA SEGÚN SUPERFICIE

TIPO DE SUPERFICIE	PROPORCIONES DEL LUZ-REFLEXIÓN
suelos	20%
mobiliario	25-40%
paredes	40-60%
techos	80-90%

Fuente [KRUIHOF, 1941]

COMENTARIOS

El análisis de la transformación ambiental de las viviendas de la Población Salar del Carmen, determinó que el aspecto más variable de la transformación es el color. A este respecto, la observación del color — su aplicación y uso—, en el caso de estudio, se manifestó como un factor indicador de la relación que establecen los habitantes con el medio ambiente desértico, carente de colorido, para algunos y un apasionante descubrimiento pleno de luminosidad y color, para otros. Las manifestaciones de color son notables, porque en ellas están implícitas muchas expresiones de identidad de los habitantes con su territorio y paisaje.

373

El color de cada casa se revela como una historia de tradición e identidad, por ello, éste no es un elemento menor dentro del discurso del espacio arquitectónico. Los interiores llenos de intensos azules y verdes, son un reflejo de la plena sintonía del hombre con su entorno. Estos colores tan intensos en los interiores de las viviendas, encuentran explicación, al analizar los valores medios de la iluminación natural de la bóveda celeste en Antofagasta [TABLA N°47]. En ella queda expresada con toda claridad la gran cantidad de luminosidad ambiental y por tanto, parece lógico responder con el oscurecimiento de los interiores, en un afán por acomodar la visión, con colores aplaquen la luz, que la absorban, que apacigüen el deslumbramiento y la fatiga visual.

La transformación del color blanco y la utilización de otros colores tiene repercusiones en el ambiente térmico y lumínico de las viviendas. Como hemos mencionado, el color de la superficie puede significar una importante disminución de la temperatura superficial, con la consecuente disminución de absorción de calor¹⁵¹.

¹⁵¹ [REYES, 2002] Sobre una cubierta este fenómeno se ve agravado por dos factores, en primer lugar el nivel de radiación solar incidente sobre superficies horizontales en verano es sumamente alto y por otro lado los colores de estas superficies son predominantemente oscuros, con coeficientes de absorción solar cuyo rango va desde 0.65 a 0.90, pudiendo llegar la

La tendencia intuitiva a la aplicación de colores verdes o fríos, es consecuente con las recomendaciones especificadas en los estudios teóricos de color para zonas áridas, aunque su comportamiento, térmico de absorción de energía, no lo estime conveniente.

Las recomendaciones de utilizar colores blancos en fachadas y cubiertas no son apropiadas en un ambiente desértico costero, porque el blanco aumenta la reflexión y el deslumbramiento, asimismo, resulta preferible aislar térmicamente las cubiertas construyendo una sombra ligera o un doble techo ventilado que pintarlas de color blanco.

TABLA N° 47 ILUMINACIÓN NATURAL DE LA BÓVEDA CELESTE PARA ANTOFAGASTA ILUMINACIÓN MEDIA HORIZONTAL DE 5000 LUX CENITAL

Iluminación natural de la bóveda celeste, considerando una iluminación media de 5000 LUX cenitales; de forma que los valores que a continuación se señalan corresponden a la iluminación natural media mensual horizontal.

MES	HORAS						
	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
DIC	5000	4900	4600	4200	3600	2900	2200
ENE-NOV	4900	4900	4600	4100	3600	2900	2100
FEB-OCT	4900	4800	4500	4000	3400	2700	1800
MAR-SET	4700	4600	4300	3800	3200	2700	
ABR-AGO	4400	4300	4000	3500	2800	2100	
MAY-JUL	4000	4000	3600	3200	2600	1900	
JUN	3900	3800	3600	3100	2500	1800	

Fuente: [ZULETA, 2002]

Temperatura sol-aire a valores entre 60°C y 70°C, con consecuencias no sólo desde el punto de vista del confort interior sino de degradación de materiales, afectados por las altas temperaturas a las que están expuestos.
Fuente: [En línea] <http://www.pivotinteriors.com/pdf/Experience_of_Color.pdf>