

# TAMAÑO, DISTANCIA Y LUGAR.

Tres preguntas originarias de la Arquitectura,  
en la experiencia del taller de obra, a través  
del estudio del interior, el exterior y el viento.

Alumno: Cristóbal Rafael Hughes Fandos/Profesor: David A. Luza Cornejo

Diciembre del 2008

## ÍNDICE

1. Título 1. Hospedería Colgante. Vínculos interiores de la obra como generatriz del tamaño arquitectónico..	9
1.1. Introducción al caso arquitectónico.....	10
1.2. Pilar-Pormenor.....	11
1.2.1. Pilar Este. Baño.....	12
1.2.2. Pilar Sur. Dormitorio principal.....	13
1.3. Muro-Biombo.....	14
1.3.1. Generatrices.....	14
1.3.2. Concepción.....	15
1.3.3. Desarrollo.....	16
2. Título 2. Estancia de la escultura. la escultura como foco de la distancia ante el cuerpo y la extensión.....	19
2.1. Concepción de la obra.....	20
2.1.1. Planteamiento y diseño de la obra.....	20
2.1.2. Escultura y Arquitectura. conversación con José Balcells.....	24
2.2. Sistematización del proceso constructivo. Etapa gruesa.....	26
2.2.1. Ejes y cercos de niveles.....	27
2.2.2. Excavación.....	27
2.2.3. Rectificación y traspaso de ejes.....	27
2.2.4. Armado de gaviones.....	28
2.2.5. Fundaciones.....	28
2.2.6. Muro costilla.....	29
2.2.7. Pilar escultura.....	29
3. Título 3. Estudio del viento como elemento dinámico capaz de generar lugar en la extensión.....	33
3.1. Polígono conceptual.....	34
3.2. Desgloce polígono conceptual.....	34
3.3. Introducción.....	35
3.4. Viento.....	36
3.4.1. Formación y origen/presiones/desplazamiento/mar-tierra.....	36
3.4.2. Vientos Ritoque/predominantes/características/mediciones.....	38
3.4.3. Fluido/propiedades/Bernoulli/Venturi.....	39
3.4.4. Arrastre/capa límite.....	40
3.4.5. Separación del flujo de aire.....	41
3.4.6. Flujo turbulento/número de Reynolds.....	42
3.4.7. Perfil alar.....	43
3.4.8. Karman Vortex.....	44

3.5.Duna.....	46
3.5.1.Formación y origen.....	46
3.5.2.Tipos.....	48
3.5.3.Desplazamiento/velocidad/granos-composición.....	49
3.5.4.Dunas Ritoque/orientación/movimiento.....	50
3.6.Objetos-obstáculos.....	52
3.6.1.Desplazamiento-aceleración/barlovento-sotavento/sombra viento/plante-elevación.....	52
3.6.2.Experimentación objetos duna/socavamiento-acumulación.....	53
3.6.3.Conclusiones esfera y cilindro.....	88
3.7.Socavamiento Hospedería Colgante.....	90
3.7.1.Caso.....	91
3.7.2.Evolución del socavamiento.....	94
3.7.3.Estado actual de los pilares afectados.....	94
3.8.Cortina de árboles.....	96
3.8.1. Usos/tipos/características.....	96
3.8.2. Densidad/altura-longitud-orientación/protección.....	97
..	
3.9.Experiencias de la Escuela de Arquitectura.....	100
3.9.1.Concurso Escuela Naval 1957/deflector/sombra de viento/túnel de agua.....	100
3.9.2.Hospedería del Errante./toberas/aerodinámica-disminución arrastre/túnel de viento.....	101
3.9.3. Casa de los nombres/hundimiento.....	102
3.9.4. Palacio viejo/aceleración-socavamiento/protecciones.....	103
3.9.5. Celdas/formas-aerodinámica/túnel de viento.....	104
3.9.6.Artilugios del viento.....	105
3.10. Umbrales eólicos.....	108
3.10.1.Observaciones-afirmación.....	108
3.10.2. Caso arquitectónico/pórtico de los huéspedes/esculturas.....	110
3.10.3. Zonificación patios escultóricos/graduación exterior/umbrales eólicos.....	110
3.10.4.Patios escultóricos.....	114
3.10.5.Zonificación de los patios escultóricos y graduación de los umbrales eólicos.....	115
4.Anexo 1.Emplazamiento de una escultura/travesía Puerto Williams 2006.....	118

## *PRÓLOGO.*

*El eros originario del arquitecto nace de su enfrentamiento con la extensión, la búsqueda del lugar.*

*El lugar es donde el hombre es capaz de distanciarse y reparar en la naturaleza, quedar ante ella y ante sí mismo. Se distancia para medirla y medirse.*

*La ciudad es la máxima abstracción de la naturaleza medida. En ella el hombre tiene cada distancia reconocida y escalada en relación a su cuerpo. Podríamos decir que la ciudad es el lugar más constituido, sin embargo esta se ha vuelto una abstracción tal que muchas veces no reconoce su relación con la extensión, y cada espacio nuevo que se genera es un nuevo artificio sobre otro artificio; no abre lugar.*

*En Valparaíso gracias a una presencia tan potente de la geografía y su altitud, la relación con la extensión no ha podido ser abstraída del todo.*

*En la Ciudad Abierta de Ritoque, que es donde se desarrolló este período de titulación, la extensión natural, con su tamaño y tiempo propio, sigue estando por sobre el artificio humano. Y da pie para que se dé una mayor presencia de este eros originario que se pregunta y se enfrenta cada vez de nuevo con la búsqueda del lugar.*

*Los temas tratados por el taller de obra se entrelazan dentro su condición de preguntas originarias de la Arquitectura.*

*El Tamaño , La Distancia y El Lugar.*

*El modo de taller de obra es con permanencia en la acción, es "en" obra; y es la reflexión posterior, el distanciamiento, lo que nos hace reparar en lo tratado. Al igual como el hombre se distancia de la naturaleza, el arquitecto se distancia de la obra, de la materia, para quedar ante ella y elevar su sentido.*

## *INTRODUCCIÓN.*

*Este período de titulación se realizó entre Septiembre del 2005 y Septiembre del 2006 en modalidad de taller de obra. Esto significó abordar las distintas faenas que se estaban llevando a cabo en la Ciudad Abierta durante en ese período.*

*El taller de obra suele ocuparse tanto del diseño como de la construcción de la obra en un tiempo breve que requiere de la presencia diaria del alumno en Ritoque. Es en el trato directo con la materia donde el alumno aprende y desarrolla una cierta medida real de lo que propone. Aquí se debe, en premura y con cierta justeza de materiales, ser capaz de cerrar la etapa en la que se encuentra un determinado proyecto. Este taller abórdó en Ritoque tres etapas distintas de obra: el cierre de un interior, la generación de un exterior y el estudio anterior que da origen a una obra.*

## *RESÚMEN.*

*Este trabajo reúne tres preguntas originarias de la Arquitectura: el Tamaño, la Distancia y el Lugar.*

*Las cuales son abordadas desde tres medidas significativas de la extensión:*

*El Interior como la máxima contractación de las coordenadas naturales de la extensión en proximidad al cuerpo.*

*El Exterior, una distancia intermedia que hace referencia tanto a la extensión como al interior.*

*La Extensión abierta como una medida que dice de la máxima distancia e intemperie donde el hombre queda expuesto solo ante referencias naturales.*

*Se generan entonces tres temas principales: El Tamaño Interior, La Distancia en el Exterior y El Lugar en la Extensión.*

*Cada uno de estos temas es tratado en las distintas faenas en las que se vio involucrado el taller de obra.*

*1/El tamaño interior es tratado en la Hospedería Colgante en su etapa de cierre, donde se construyen los distinguos y la graduación del interior para lograr el tamaño de habitación.*

*2/La distancia se trata en la Estancia de la Escultura, donde el emplazamiento de una escultura genera un tiempo de permanencia exterior donde dialogan el interior y la extensión.*

*3/A partir de un estudio del viento y su acción en la duna se busca generar el Lugar en la extensión desde la graduación o temperie eólica.*

## *EL TAMAÑO.*

*“El tamaño arquitectónico es con acto, el resto es porte o medida.” [Miguel Eyquem]*

*Una lectura sensible del acontecer que el arquitecto propone, le entrega referencias acerca del tamaño espacial, luminoso y temperie que se requiere para darle cabida. El acto o acontecer particular propone y abre una intención espacial.*

*Nos encontramos con un tamaño interior de penumbra. Dentro de este ambiente homogéneo se buscan los distinguos que le den un nuevo tamaño interior a la obra, con mayor proximidad al cuerpo, de habitación. Se toman los vértices de la obra como primer signo de orientación.*

*Los vínculos interiores de la obra gradúan el tamaño de la penumbra para llevarlo a escalas del cuerpo-habitación.*



# HOSPEDERÍA COLGANTE

Vínculos interiores de la obra como generatriz del tamaño arquitectónico. [ Taller de obra tercer trimestre del 2005. Cristóbal Hughes/L.Felipe Rioseco/Felipe Correa.]

ETAPA CONSTRUCTIVA	ESTADO
<b>[1] Estructura Maestra</b> a.-pilares b.-vigas c.-suelos colgantes	<b>[1] Estado de emplazamiento./ El cuerpo situado.</b>  <i>Lo fijo/lo movil.</i>
<b>[2] Cáscara</b> a.-envolvente b.-techumbre	<b>[2] Estado de interioridad/ El cuerpo dentro.</b>  <i>Concavo/convexo y Penumbra</i>
<b>[3] Cierre</b> a.-perimetrales b.-interiores	<b>[3] Etado de habitacion/ El cuerpo y el tamaño.</b>  <i>Cierre-pormenor y Biombo</i>

La cápsula es entonces un primer interior que se encuentra separado de lo continente, no interfiere abruptamente con el movimiento natural de la duna e intenta, además, disminuir la incidencia de los movimientos telúricos.

Posee un frente interior, *Cabina*, el lugar de mayor transparencia; desde aquí se ordena el interior en relación a la luz y la vista, orienta la graduación del interior.

Posee una ENVOLVENTE que arma el perímetro desde placas independientes, a una cierta distancia del interior.

Su forma convexa hacia afuera genera la concavidad interior. Se cierra hacia el exterior y se guarda hacia el interior construyendo la penumbra.

En los vértices de la cápsula, en el encuentro de las envolventes, penetran rayos de luz directa, los que son quebrados hacia la penumbra interior y reflejados sobre las superficies.

## 1.-INTRODUCCIÓN CASO ARQUITECTÓNICO

La Hospedería Colgante se sitúa sobre el suelo dunar, suspendida mediante una estructura maestra de pilares, vigas y suelos colgantes. Se desarrolló un sistema móvil de tensores y rótulas que permite la oscilación de los suelos ante los movimientos telúricos y el arrastre del viento. Las cubiertas exteriores están desarrolladas como elementos separados de los suelos, sostenidos por una estructura de fierro fija a los pilares.

Las obras en la Ciudad Abierta las abordamos en transformación. Cada etapa plantea un nuevo modo de permanecer y proyectar.

El Taller de obra aborda la hospedería suspendida en la transformación de (2) a (3), el paso de un estado de interioridad ya logrado a un estado de habitación en ciernes. El perímetro ya está definido. Comienza la observación de las particularidades de este interior, la calificación de los espacios. Se nos propone un inicio, *la vestal*, módulo autosuficiente, con cierta temperie, introducido en la obra como modo de habitar en lo no concluido, vigía. Qué es este nuevo módulo que, a manera de vestal, nos permite permanecer suspendidos en lo no concluido. Aparece un nombre, *la cápsula*.



Vista exterior de la hospedería.



Vista exterior de la hospedería. Cara Norte, orientación principal del interior.

“la extension americana es, como toda extension; provocadora de pavor” (a.cruz)

El miedo del hombre al verse sin escala ante la vasta extension.

### LA OBRA LE DA TAMAÑO A LA EXTENSION

El hombre le da intension al paisaje desde el acto que señala. Con la obra se aproxima a un dominio de la extension.

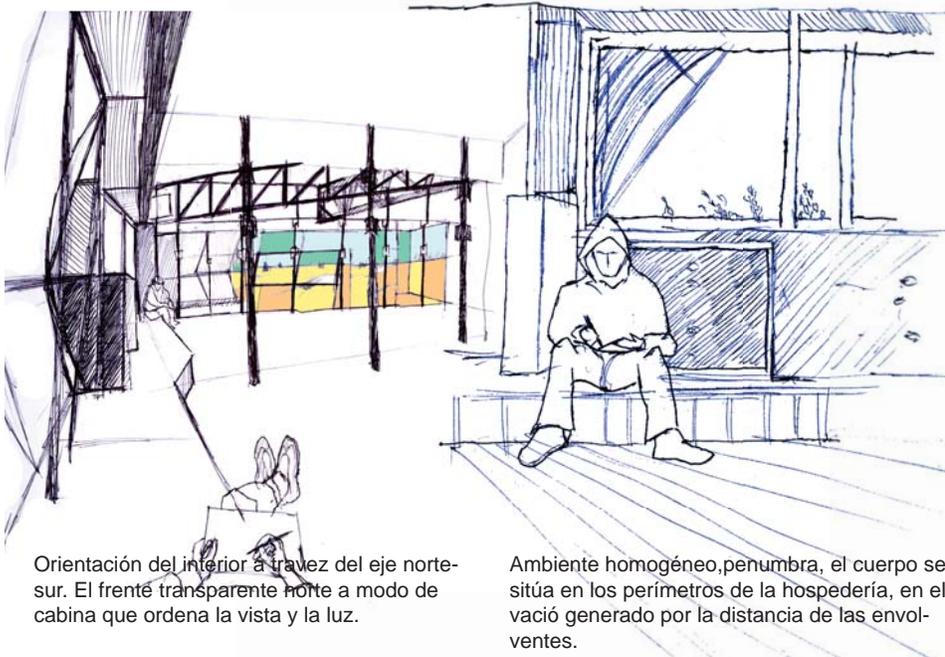
### EL PORMENOR LE DA TAMAÑO A LA OBRA.

Cuando la hospederia fija sus envolventes alcanza un primer estado de interioridad, se le nombró penumbra. El cuerpo reconoce esta condicion como razgo de un estar adentro. El cuerpo ya no esta solamente situado en la extension, sino que situado **dentro** y en **penumbra**. Podríamos decir que el cuerpo dentro permanece en un ambiente homogéneo que le da cuenta de su situacion interior pero que no le da cuenta del **tamaño** de la obra. Falta el elemento capaz de orientar al cuerpo en la **penumbra**, de ubicarlo con intencion, con acto.

## 2.-PILAR-PORMENOR

El pilar, un elemento de la estructura maestra, proveniente de una situacion proyectiva anterior, reaparece en esta nueva etapa de la obra, *el estado de habitacion*, y se encarna como un elemento arquitectónico capaz de armar la relacion interior de la obra con el cuerpo. Los pilares se encuentran en una situacion intermedia, dentro de la hospederia pero con una fuerte relación con el exterior. Es una zona de gran complejidad constructiva; es en estas esquinas, aun abiertas, donde se debate el vinculo de las distintas aristas de la obra. Si bien el pilar fue planteado desde una problematica estructural, su aparicion en el estado de cierre de la hospederia nos permite abordarlo desde una dimension luminosa. Es el pilar el elemento central del cierre y se constituye como **por-menor** que da cuenta del tamaño interior de la obra.

El pilar es el elemento calificador de los distintos espacios, cada pilar está asociado a un ambiente interior y a una orientacion luminosa particular.



Orientación del interior a través del eje norte-sur. El frente transparente norte a modo de cabina que ordena la vista y la luz.

Ambiente homogéneo, penumbra, el cuerpo se sitúa en los perímetros de la hospederia, en el vacío generado por la distancia de las envolventes.



En la esquina sur atrapa la temperie de la tarde al recibir la luz del Poniente.



Esquina Este. Estructura tipo cajón.



Detalle central del pilar.

### **Pilar Este, baño.**

#### *Luz de la mañana y el agua.*

El baño esta situado en el vertice de mayor penumbra de la hospederia, por lo que la construccion del pormenor cuida la entrada de luz mediante la transparencia de su zona central y la opacidad de sus extremos.

Se construye un esqueleto de cajon similar al del pilar sur, adosado a la estructura fija de la obra. La cara situada dentro de la ducha es recubierta de cerámico blanco y en su zona media se construye una repisa de dos planos inclinados para evacuar el agua. Esta cara atrapa los rayos de luz de la mañana. Se aísla del exterior y del baño con franjas de policarbonato



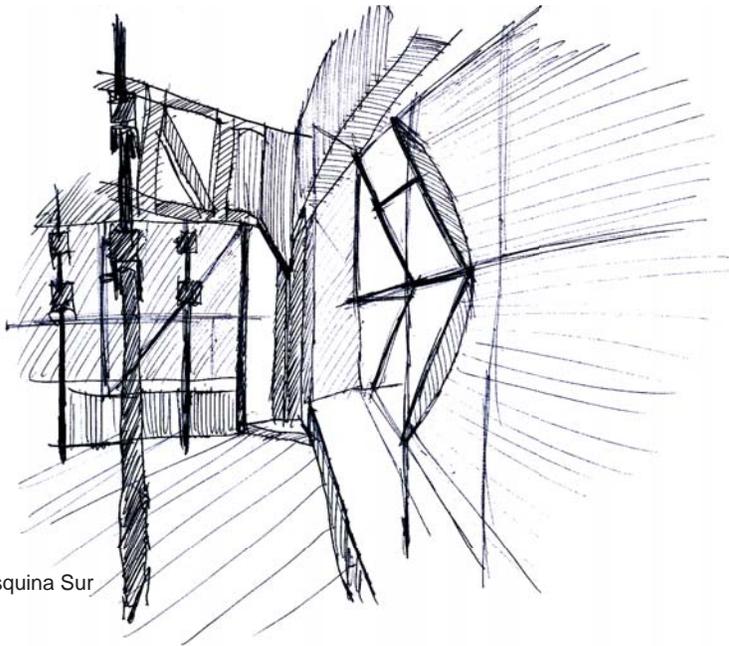
Pilar-baño y aberturas.



Vista de la esquina Este desde el interior de la ducha.



Detalle del pilar-baño.  
Vista de la cara interior recibiendo la luz del Este por la mañana.

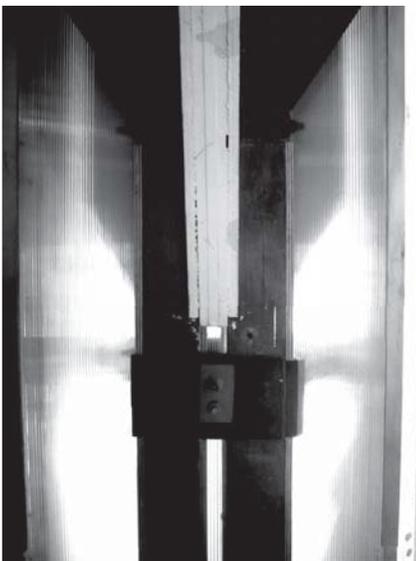


Croquis esquina Sur

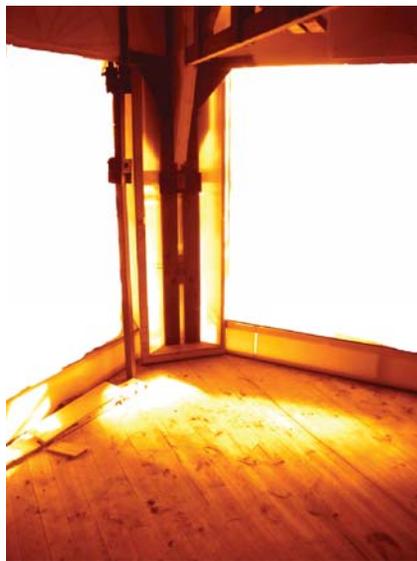
*Pilar sur, dormitorio principal.  
Esta esquina recibe la luz de la tarde, del oeste.*

Se construye la transparencia del vertice y la temperie luminosa.

Se arma un esqueleto estructural con listones de 2"x 2" adosado a la estructura fija de la hospederia, envolviendo el pilar a manera de cajón vertical. Los lados son cerrados con planchas de terciado que reciben y reflejan la luz de la tarde dentro de la habitacion, atrapando la calidez del poniente. El frente es cerrado con franjas de policarbonato transparente, logrando un efecto que enmarca luminosamente el pilar, haciendolo aparecer como un elemento sutil que deja pasar la luz a travez.



Detalle central, pilar Sur.



Esquina Sur y pilar-pormenor recibiendo la luz Oeste de la tarde.



Vista pilar-pormenor.



Vista del muro-biombo durante la tarde con luz del Poniente.



Vista del muro-biombo durante la tarde con luz del Poniente.

### 3.-MURO-BIOMBO

#### ENCARGO.

El encargo consistió en dividir el recinto interior de la hospedería para conformar los límites entre el espacio cotidiano y el espacio íntimo de la familia, las demoras de la vista y el paso que son parte de la dinámica interior de una vivienda.

#### GENERATRICES

1/La Hospedería construye su envolvente como una doble superficie que es convexa y se cierra al exterior y que es cóncava y se guarda hacia el interior. La envolvente convexa dice de una concavidad interior que genera el vacío del recinto. Lo que se cierra hacia el exterior se guarda hacia el interior construyendo la penumbra.

2/Un principio de la Hospedería habla de ir construyéndose en una graduación de capas desde lo más exterior a lo más interior, de la luz de la máxima extensión a la penumbra de la habitación.

3/La Hospedería se origina desde una estructura maestra que conjuga elementos fijos y móviles. Esta particularidad plantea, en el desarrollo de la obra, el diseño de sistemas constructivos que no interfieran con el movimiento de los suelos.



Detalle del anclaje de los listones superiores a la viga



Detalle de los tacos inferiores de la estructura fija.  
Y taco de la estructura móvil al centro de la foto



Armazón de la estructura superior fija a la viga.

## CONCEPCIÓN

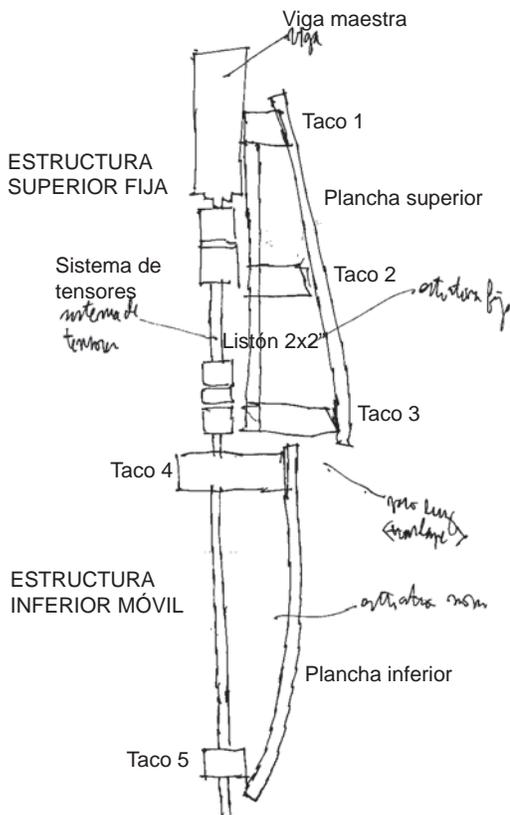
La división de los ambientes se piensa en base a dos módulos de superficies concava y convexa, alternados y separados con el fin de generar vacío entre ambos; un **espesor virtual** que cobra su tamaño manteniendo cierta ligereza constructiva.

El muro se concibe como un biombo de dos placas con espesor propio, una estructura que se hace notar como independiente y logra una cierta ligereza. Posee una cara curva y lisa hacia el sector del dormitorio y otra recta y quebrada, hacia el living, donde se logra ver la estructura que lo arma.

Se busca mantener a través del muro cierta relación luminosa con el frente norte del recinto. Se toma como base el concepto de traslape de superficies, para provocar el paso de luz indirecta de una habitación a otra. Se desarrolla un traslape vertical en el cual una placa superior antecede a una inferior provocando el paso de luz indirecta por reflexión en las superficies.

La Estructura de la Hospedería nos presenta un sistema que conjuga lo **fijo** (pilares, vigas y envoltente) y lo **móvil** (tensores y suelos). Esta premisa está presente en la concepción de cada nuevo elemento que se piensa construir. Los elementos anteriores han sido resueltos tomando partido por una de ellas; o se amarran a la estructura fija separándose de la móvil, o están unidas a la estructura móvil y separadas de la fija. Por lo general los muros han sido pensados desde arriba hacia abajo, **en tracción**, fijos a las vigas y separados levemente del suelo con el fin de no interrumpir el movimiento.

Se piensa en una **estructura mixta** que divide el muro en dos, una parte superior, **fija**, unida a la viga y otra inferior, **móvil**, sujeta a los tensores, ambas superficies separadas por un traslape que permite el juego de las dos estructuras.



Esquema de corte de la estructura primaria del muro-biombo. Aparece el cierre de las planchas curvas hacia el dormitorio

**DESARROLLO.**

Se comienza a trabajar aleatoriamente en los dos sistemas de la estructura mixta. El sistema **fijo superior** es una estructura compuesta por 4 módulos verticales dispuestos a una distancia de cm. Estos son unos listones de cm de largo de 2x2" con tacos de distinto largo adosados a sus extremos y a su zona media. Cada dos módulos se fija media plancha de terciado la cuál es curvada a presión contra los tacos, estos tacos poseen un corte diagonal en sus extremos que recibe el ángulo de la plancha curva.

El sistema **móvil inferior** es una estructura de tacos atornillados a los tensores de la hospedería en su zona inferior, bajo las rótulas. Se ocupan tres tensores y se fijan dos tacos por cada tensor, salvo en el del medio donde se fijan cuatro para abarcar ambas planchas. Se colocan listones en los extremos de estos tacos para curvar y fijar las planchas.

El último paso consiste en darle espesor al muro. Esto se logra mediante un tabique de listones de 2x2" anclado a los tacos para no sobregir las planchas curvadas. sobre este tabique van planchas rectas que cierran la cara cóncava y construyen el espesor.



Vista lateral de la estructura primaria del muro-biombo y con las primeras planchas instaladas



Vista lateral del desfase entre la estructura fija y la móvil



Vista lateral de la estructura superior. Anclaje superior a la viga y plancha curvada fija a los tacos



Primera etapa terminada. Doble estructura y cubiertas curvas. Vista desde la habitación principal con luz del poniente.



Muro-biombo terminado. Vista desde el living. Placas rectas que cierran el espesor del muro y dejan ver la estructura que lo sostiene.



Vista desde el dormitorio. Cara curva y lisa del muro.

## *LA DISTANCIA*

### *VERTICAL*

*Cada escultura posee en sí misma una cierta calidad espacial que le genera determinadas distancias de aproximación o de estar ante, su campo.*

### *HORIZONTAL*

*Las obras de arquitectura entre ellas y ante la extensión cuidan una cierta distancia, una gravitación. Un intermedio entre separación y proximidad que construye una relación mayor, de conjunto.*

### *ESTANCIA*

*Emplazar es orientar en el espacio la generación de un lugar. Un lugar dice de distancias, reconoce distancias.*

*La estancia es un lugar orientado con una tamaño que abre un tiempo de permanencia.*

*Cuando la escultura requiere de emplazamiento comienza su diálogo con el lugar, y en este diálogo encuentra un nuevo tamaño. El emplazamiento de esta escultura generó una estancia donde dialoga la distancia vertical ante la escultura y la horizontal ante la extensión.*



# ESTANCIA DE LA ESCULTURA

La escultura como foco de la distancia ante el cuerpo y la extensión

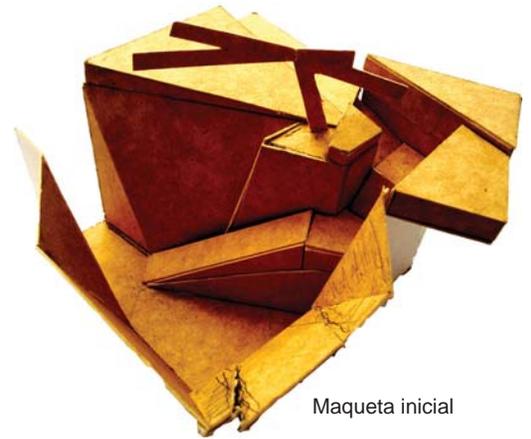
[ Taller de obra primer trimestre del 2006. Cristóbal Hughes/L.Felipe Rioseco/Matías Araos/Simón Cosmelli. ]

# 1. Concepción de la obra

## 1.1 Planteamiento y diseño de la obra.



Maqueta de Jose Balcells. Escultura "Vuelo quebrado"



Maqueta inicial



Maqueta final

### A. ORIGEN.

Se le encarga al taller de obra, el emplazamiento de una escultura de José Balcells en la ciudad abierta.

Esta es una segunda versión de la escultura llamada "El vuelo quebrado", la cual fue llevada por la travesía de primer año a Puerto Guadal, el año 2004.

### B. LUGAR

Se determina un lugar en los terrenos bajos de la ciudad abierta junto a las celdas.

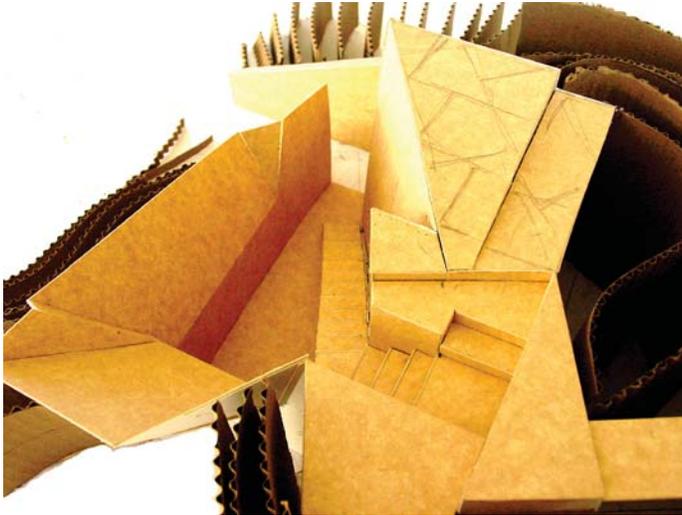
Este lugar nace de dos coordenadas:

a) Una proximidad a las celdas, de manera que la escultura quede al cuidado de estas y de quienes las habitan.

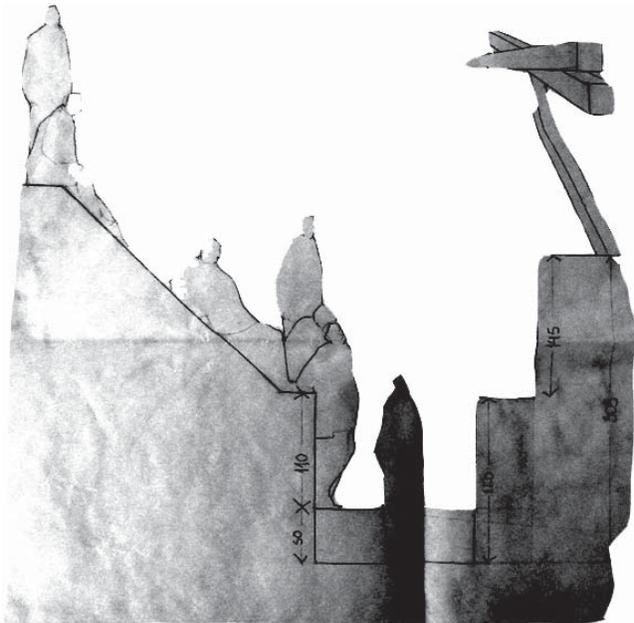
b) La intersección, de la prolongación, de los ejes de la sala de música y de la galería de la hospedería suspendida.

El encuentro de estos ejes configura un área determinada que mantiene una relación visual con estas dos obras; es un primer indicio del denominado "Pórtico de los huéspedes", dimensión pública de la ciudad abierta.

El lugar posee la condición de estar elevado sobre la extensión, se encuentra en un momento intermedio del paso de las celdas hacia la vega.



Maqueta final, vista superior.



Corte de la obra.

## C. ESCULTURA

### Rasgo.

La escultura está conformada por el encuentro de tres elementos lineales, dos horizontales y una vertical.

Se configura como un gran brazo horizontal, suspendido en el aire, sostenido por un fino elemento vertical que lo hace llegar a tierra con levedad.

Esta configuración horizontal, le otorga gran belleza a la orientación que aparece al estar bajo la escultura. El brazo se transforma en una prolongación de la

## D. SUELO DE LA ESCULTURA

Se propone un suelo para la escultura acotado dentro de un lugar ya definido.

### Cordenadas generatrices

Se toman ciertas coordenadas del lugar y de la escultura

### Coordenadas del lugar

Relación entre las coordenadas propias del lugar y sus proximidades.

#### a) Traspaso vega-celdas.

El lugar es un área intermedia, entre la vega y las celdas, que recoge el traspaso del que transita entre estos dos sectores.

#### b) Tercer momento de la mesa de las celdas.

Se recoge una relación de las celdas con la vega, que dice de tres momentos de aproximación. El primero es desde la mesa de las celdas, sentado en el interior, mirando hacia la extensión. El segundo es afuera, en los suelos de las celdas, donde se tiene una relación con los sonidos y el ambiente de la vega, además de una relación visual más cercana. El tercer momento sería en el suelo de la escultura, mirando la extensión a través de esta, con la posibilidad de estar completamente asomado hacia la vega.

#### c) La proximidad a la vega

Se intenta armar una relación de vecindad con la vega, esto es aparecer y conectarse en levedad; a manera de las hospederías en ritoque que construyen una lectura de la extensión en su modo de aparecer.

Elementos constructivos. Gaviones y muros costillas.



Estructura de contención. Muro de gaviones



Muro de albañilería con costillas y gaviones.

### Coordenadas de la escultura

Coordenadas que la propia escultura, desde sus distintas orientaciones, trae a consideración.

a) La extensión a través de la escultura. En cercanía, la escultura construye una fragmentación horizontal que permite el traspaso de la mirada. Esta es una mirada fragmentada de la extensión que dice de una proximidad entre lo más cercano y lo más lejano.

b) La escultura suspendida

La escultura posee una condición de voladizo, su brazo horizontal se desprende hacia delante. Al mirarla desde abajo la escultura reluce en toda su magnitud reventada contra el cielo.

c) Enraizamiento de la escultura

Se intenta que el diálogo entre la escultura y la arquitectura, sea a manera de enraizamiento; que la escultura extienda su pedestal hacia los suelos de la obra, configurando su forma y su recorrido a través del encuentro con las distintas orientaciones de la escultura.

### E. ESTANCIA DE LA ESCULTURA

Se le llama estancia de la escultura porque construye un mayor tamaño dentro de lo que son los suelos o recibimientos para las esculturas. Es una estancia para la escultura, para su permanencia. Nace del diálogo entre la arquitectura y la escultura; es la invención del arquitecto que se interroga por un nuevo modo de llevar la escultura del dios, al suelo de los hombres.

## ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS

### PATIO DE LA CONVERSACIÓN

El patio de la conversación nace como este tercer momento de la mesa de las celdas, en el que el cuerpo se detiene en el suelo superior para mirar la extensión de la vega a través de la escultura.

### VACÍO DE CONTEMPLACIÓN

Este vacío se genera para lograr la distancia que permite apreciar la escultura desde abajo, en su máximo esplendor, reventada contra el cielo

### SUMERGIMIENTO

La estancia de la escultura se genera hundida en la duna, con los muros de accesos apenas asomados lo que crea un perfil leve al mirarla desde la vega. Al acceso se da en vecindad con la vega; el vacío y la escala no aparecen hasta que se esta dentro de la estancia.

### RECODO

El recodo nace del tránsito a través de la estancia que va girando alrededor de la escultura, intentando develar sus distintas orientaciones. Este giro enraíza la escultura con sus suelos.

### PILAR-QUILLA

El pilar-quilla es el elemento que prolonga el pedestal de la escultura para relacionarlo con los demás suelos y orientar al que accede hacia la escultura.

### LUCARNA DE SUELO.

Las celdas tienen como elemento arquitectónico de término, la lucarna. Esta recibe las primeras luces de la mañana y la tarde.

Se piensa, como relación con las celdas, que el muro sur-oeste de la estancia, construya una lucarna de suelo, elemento que permitirá el ingreso de los últimos rayos de sol, antes que este se ponga tras los eucaliptos de la vega.



Estructura de contención. Muro de gaviones

## 1.2 Escultura y arquitectura. Conversación con José Balcells. [extracto]

Hospedería de la puntilla, 31/05/06. Matías Araos, Simón Cosmelli, Cristóbal Hughes, Luis Rioseco.

J.B: La Escultura es la incorporación de la presencia del Dios, desde ese punto de vista la escultura no tiene raíces en la tierra, por ejemplo la escultura que ustedes están trabajando puede estar ahí, puede estar allá, puede estar mas acá, y siempre va a seguir siendo la misma escultura, en cuanto a escultura nunca va a cambiar nada. Puede estar en otro lado, puede estar orientada para allá...

C.H: Es en sí misma.

J.B: Es en sí misma. El caso clásico es la disputa en Florencia sobre la posición que iba a tener el David de Miguel Angel, los jefes de la ciudad se pelean a muerte y la mueven por aquí, por allá, una tremenda escultura, al final quedó donde quedó, sigue siendo el David de Miguel Angel, pero podría haber quedado en cualquier otro lugar.

Esta, frivolidad de la escultura con relación al lugar, es inconcebible desde el punto de vista de la arquitectura. La escultura es un arte religioso, en el mito mismo de la escultura esta la incorporación del dios, Dios no es de la tierra, Dios es del cielo, y los hombres para que el dios baje a la tierra le construyen un suelo especial, el suelo que pisan los hombres no es el mismo suelo que va a pisar el dios, suben el suelo, eso se llama plinto. Entonces la escultura viene de arriba hacia abajo, el origen de la escultura es así, y hoy en día toda escultura, ya sea para luchar contra eso, ya sea para trabajar con eso, ya sea para ignorarlo, siempre tiene que estar con esa realidad, la incorporación del dios.

S.C: Pero usted cuando esta haciendo una escultura, no piensa en como quiere que la miren.

J.B: No, yo estoy pensando en la escultura. Evidentemente que me la imagino de mil formas, pero esa parte no depende de mí, o sea, si mi escultura depende de tal manera de esa realidad que ella cambia, entonces es una mala escultura o yo no soy escultor. Así de radical el asunto, para mí. Entonces aquí viene lo que yo he aprendido y practicado todos estos años en la escuela, la arquitectura a diferencia de la escultura, nace de raíces profundas de la tierra, pero raíces tan profundas que tienen su fundamento en el cielo, como un árbol, un árbol se cría y crece en función del sol, pero surge desde el fondo de la tierra. La arquitectura ubica, coloca, orienta, en una sola palabra emplaza. La arquitectura es la capacidad de hacer templo para que los hombres oficien cada cual a su propio dios y la escultura es la incorporación del dios que puede o no habitar dentro de ese templo.

C.H: Entonces la escultura ¿necesita de la arquitectura?, usted dice que no...

J.B: Yo creo que la escultura para ser bien puesta en la tierra necesita del arquitecto, he tenido muy buenas experiencias con eso, cuando le he entregado la iniciativa al arquitecto ha sido muy bien emplazada. Yo no la emplazo, yo hago la escultura, las que ustedes conocen, las de travesía...

C.H: Y en el fondo cuando usted manda esas esculturas, las manda sin ningún recado.

J.B: Nada solamente la escultura, y ellos la emplazan como quieren.

Cuando se hace una obra de arquitectura, el arquitecto debe optar por una orientación, por una posición, para que quede en el mundo. En cambio una escultura posee en si misma todas las orientaciones.

S.C: O sea las tiene todas porque no tiene ninguna...

J.B: No, las tiene todas, eso es lo bonito, no es un juego de palabras; en cuanto a escultura tiene todas las orientaciones, yo donde la ponga, si la pongo bien, va a quedar bien.

Cuando la pongo sobre la tierra se toma todas las orientaciones. Por eso es que yo sostengo que el primer habitante de una obra de arquitectura, el primer habitante que la pone a prueba realmente es la escultura.

No se pueden ni se deben confundir los roles de la arquitectura y la escultura, la arquitectura Alberto dice la extensión que da cabida, la extensión que permite que las cosas sucedan, la arquitectura le da casa a los hombres para que oficien a su propio dios, en su máxima dimensión. Y la escultura, que esta ahí al lado, próxima, poniendo a prueba, es la corporización del dios, es la materia misma que desplaza el hueco del dios.

C.H: Para esto que se va a venir; lo de la duplicidad de la escultura, una en travesía y otra acá en ritoque; lo de estos escultores que van a llegar, cómo guiarse de la escultura.... Intentando ahondar en esto del diálogo con la escultura...

J.B: A ver, qué les puedo decir yo. Ustedes dicen vamos a ver la escultura de dos maneras distintas, de dos posiciones radicales, entonces se arma una orientación. Hay dos posiciones radicales, una en que vamos a entrar por abajo y vamos a ver la escultura contra el cielo y la otra en que vamos a estar por arriba y la vamos a ver contra la extensión. Para la escultura eso es un don, pero un don que se les entrega a los hombres que ven la escultura...

...Siempre he pensado que aquí en ritoque hay obras de arquitectura que se confundieron con la escultura; y eso por ejemplo lo ves en esas cosas de concreto que hay ahí al lado del palacio, el Falisburg. ¿Eso es escultura o arquitectura? Entonces yo pregunto, bueno, cuál es la función, cuál es la orientación; mira, no tiene función definida, ¿y la orientación? no tiene orientación definida, ¿de qué se trata entonces? Es un juego espacial, luminoso, tiene una belleza, muy bien echo, tiene una cosa con la materialidad, hay una sensibilidad con la materia ahí fuerte; entonces ¿dónde estamos?

S.C: Se me ocurrió algo. El curso del espacio, un tipo desde afuera puede decir que es una escultura perfectamente ¿no?

J.B: No. Podría pasar que un arquitecto al hacer un curso del espacio le quedara una escultura, podría pasar, pero sería accidental; yo te voy a decir por qué, mira, Oteiza hacía sus cajas de acero, son como de este tamaño, hay algunas más grandes; pero, a diferencia del trabajo del espacio, el trabajo del espacio busca una modulación del espacio, busca ordenar el espacio con unas ciertas directrices, una cierta lógica... Pero si tú ves las esculturas de Oteiza, es una trasgresión al espacio; el curso del espacio construye algo, la escultura de Oteiza... cómo te lo puedo decir, yo te iba a decir destruye algo, no, no es que destruya algo.... Las esculturas de Oteiza lo que hacen es que incorporan todo el espacio, no solamente el espacio del campo espacial; en cambio en el trabajo del espacio, por definición, tú acotas lo que vas a modular; porque tú estas trabajando para gobernar el espacio de cierta manera que después lo vas a aplicar o vas a estudiar esa misma situación en un edificio.

El trato con la materia y el espacio es directo...

S.C: Estamos hilando fino, pero es ahí donde casi la arquitectura se podría acercar un poco a la escultura, ¿o no?, o está más próxima, porque el curso del espacio es de los arquitectos...

J.B: Es que en ese sentido la arquitectura es mucho más compleja, es muy compleja; porque al mismo tiempo de ser un arte, y en ese sentido, al ser un arte, tiene esa condición de poética, que es una condición superior; está por el otro extremo atada a los usos y costumbres de las personas; (dibujando en una servilleta) entonces es un círculo cerrado, que lo cierra, son dos extremos, por aquí el arte y por aquí vienen los hombres, y eso es lo que los cierra. Entonces eso es muy complejo, es muy complejo en el campo de la... es ambiguo, esa es la palabra. Cuando uno habla de arte, por ejemplo las artes tradicionales como pintura, música, etcétera; es clarísimo; la pintura: el arte de la representación, los colores, las formas, los planos, la profundidad, la transparencia, las luces; clarísimo, y está en el mundo de la representación, ya sea abstracta o no abstracta; y tú ¿qué haces frente a ella?, exactamente eso, frente a ella y nada más. En cambio la arquitectura es todas esas cosas, las mismas, tiene toda la cosa de la belleza, la forma, de la materia; y tú ¿qué haces ante ella? Me meto dentro, yo vivo ahí, yo trabajo ahí, yo pienso ahí, yo muero ahí, vivo, nazco, todo ahí....

Entonces, complejo, complejísimo. Entonces no son semejantes, no son, no lo son, no lo son. Uno es templo, el templo está echo para que entre el dios, pero al mismo tiempo que entren los hombres...

C.H: Usted decía recién que la pintura, la música, están para estar ante. ¿Y la escultura también?

J.B: También, para estar ante ella. Con todas las complejidades que significa estar ante, estar alrededor, arriba, abajo; pero es ese tipo de relación, uno a uno. Con la arquitectura no, no es ese tipo de relación.

Entonces cuando tú me preguntas por el diálogo de la arquitectura y la escultura, yo te digo mira, pensemos en el Partenón, dentro del Partenón estaba Atenea, esa es la relación. Pensemos ahora en el Erecteión, un pequeño templo que tiene una parte en que las columnas son mujeres (pórtico de las Cariátides), y son preciosas, no es una lesera; ahí la escultura es parte estructural de la arquitectura, en el mismo lugar. Entonces qué pasa con el diálogo...

Bueno, una cosa si que me gustaría que quedara claro es que todas estas cosas que hablamos, a lo mejor uno de repente es muy taxativo, pero estoy hablando de mis propias convicciones, o como yo trabajo, lo que me permite a mí trabajar. Como estoy hablando con ustedes, tú me dices profesor, son alumnos, tengo que decirles, es mi obligación decirles que todo esto se sustenta en un pantano bien tembleque ¿no?, no hay nada, nada que tu puedas decir estoy parado en roca firme, no, lo único que te puede sostener a ti es, lo que tú haces y como te resulta lo que haces...

...es especulativo, absolutamente especulativo. Lo importante es la pasión que despierta...esa es una medida, una medida real...

## 2.Sistematización del proceso constructivo. Etapa gruesa



Vista panorámica de la situación territorial. Entre las Celdas y la vega.



Cercos de niveles. Ejes gruesos.



Excavación



Excavación

## 2.1 Ejes y cercos de niveles

**Se comienza con el trazado de los ejes gruesos sobre la duna. Se hace un traspaso del plano tomando como referencia los pavimentos exteriores de las celdas, estos hacen de guía para determinar los ángulos de los ejes en el terreno y como primera referencia de los niveles de suelos.**

Ya determinados los ejes se construyen los cercos de niveles con listones de 2"x2", tablas de 1x5" y lienza. a travez de estos cercos se señala el área aproximada de la excavación, el trazado grueso desde donde nace la obra, y el nivel superior que servira de referencia para la profundidad de la excavación.

La obra comienza a construirse desde un planteamiento desde arriba hacia abajo.

## 2.2 Excavación

Se desarrolla la excavación desde una primera etapa gruesa llevada a cabo con una máquina retroexcavadora, la cuál adelanta notablemente el proceso.

Una primera consideración: se tuvo demasiado cuidado en no sobrepasar los límites del área de excavación sin haber previsto que era mejor sobrepasarlos, o

haber tenido unos ejes de excavación que se distanciaran de la obra. Esto trae como consecuencia demora en la posterior faena de rectificación del terreno con mano de obra.

Por el echo de ser duna, es difícil lograr su contención mientras se trabaja por lo que durante una semana se está constantemente regando y conteniendo las paredes con planchas de madera y estacas. Se suceden una gran cantidad de derrumbes que van atrasando las faenas. Se tiene paredes de hasta cuatro metros de altura, contenidas un tanto improvisadamente, de manera escalonada.

## 2.3 Rectificación y traspaso de ejes.

El terreno va siendo rectificado desde el traspaso de los ejes superiores hacia los muros y fondo de la excavación. Para ello se utiliza una plomada con indicaciones de altura, la cual va siendo ubicada a lo largo de la lienza del cerco de niveletas y se van marcando los puntos que construyen los ejes principales en el suelo de la excavación.



Contension duna



Riego duna



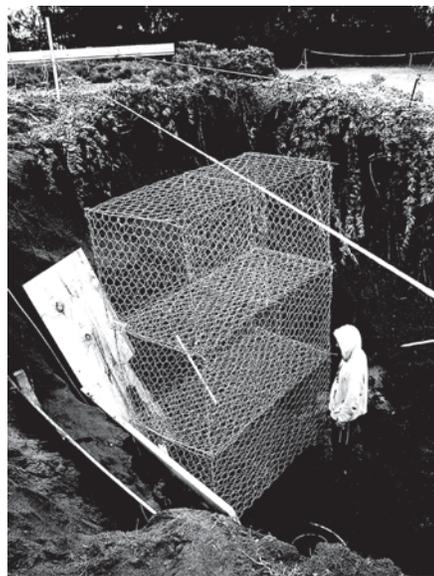
Traspaso de ejes superiores hacia el suelo

## 2.4 Armado de gaviones.

Se toma la opción de utilizar gaviones como elementos de asentamiento y contención del terreno. Estos son cajones de alambre galvanizado rellenos con bolones, utilizados generalmente para la contención de cerros y ríos debido a su peso y permeabilidad. Además a su modo e conformarse como módulos. Después de nivelado el suelo de la excavación, se presentan los gaviones en su posición para tener una relación con el tamaño proyectado.

Son siete gaviones. Cada uno es armado en su sitio, se le colocan tensores de alambre en su interior y planchas de madera en sus costados, para evitar que se deformen al ser llenados y se mantengan rectos. Para llenar los gaviones superiores se disponen rampas y se suben los bolones con carretilla.

Los tres gaviones que van junto al pilar de la escultura llevan dos muertos cada uno, de los que sale un fierro que une al pilar, buscando ayudar a sostener el empuje de la escultura.



Presentación de los primeros gaviones en el terreno.



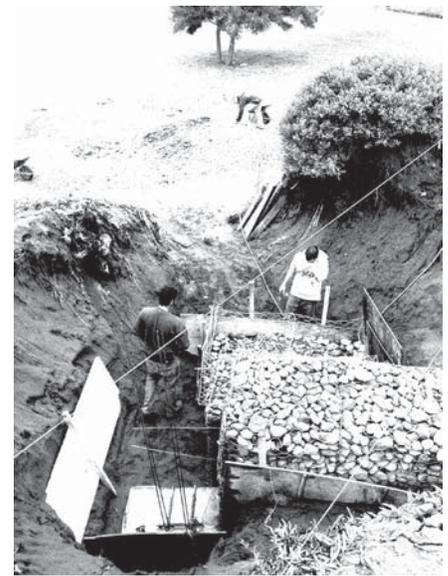
Armado gaviones

## 2.5 Fundaciones

Se excavan los heridos para los cimientos del muro-costilla y del pilar de la escultura.

En el caso de muro costilla se hace una fundación en "I" que consiste en una capa de hormigón, una de bolones, la enfierradura a lo largo y el vaciado final de hormigón.

Al pilar se le hace una fundación cuadrada de 20 cm de maicillo y ripio compactado y luego una capa de 40 cm de hormigón. Lleva una malla de fierro en su base unida a la enfierradura vertical que estructurará los bloques del pilar.



Armado gaviones

## 2.6 Muro costilla.

El muro costilla, que construye el perímetro de ingreso inferior, está pensado para la contención de la duna. Las llamadas costillas son ladrillos puestos de pandereta pero ortogonalmente al eje del muro con el fin de oponerse al desmoronamiento de la duna evitando su caída y conteniendo el empuje lateral. Estas "costillas" se disponen cada un ladrillo de pandereta a lo largo del muro.

## 2.7. Pilar escultura.

El pilar que eleva y sostiene la escultura esta armado por bloques prefabricados de cemento y una enfierradura que lo atravieza, con estribos en cada union de bloques. su enfierradura está conectada a los gaciones mediante a los tensores de fierro de los 6 muertos que van en los gaviones.



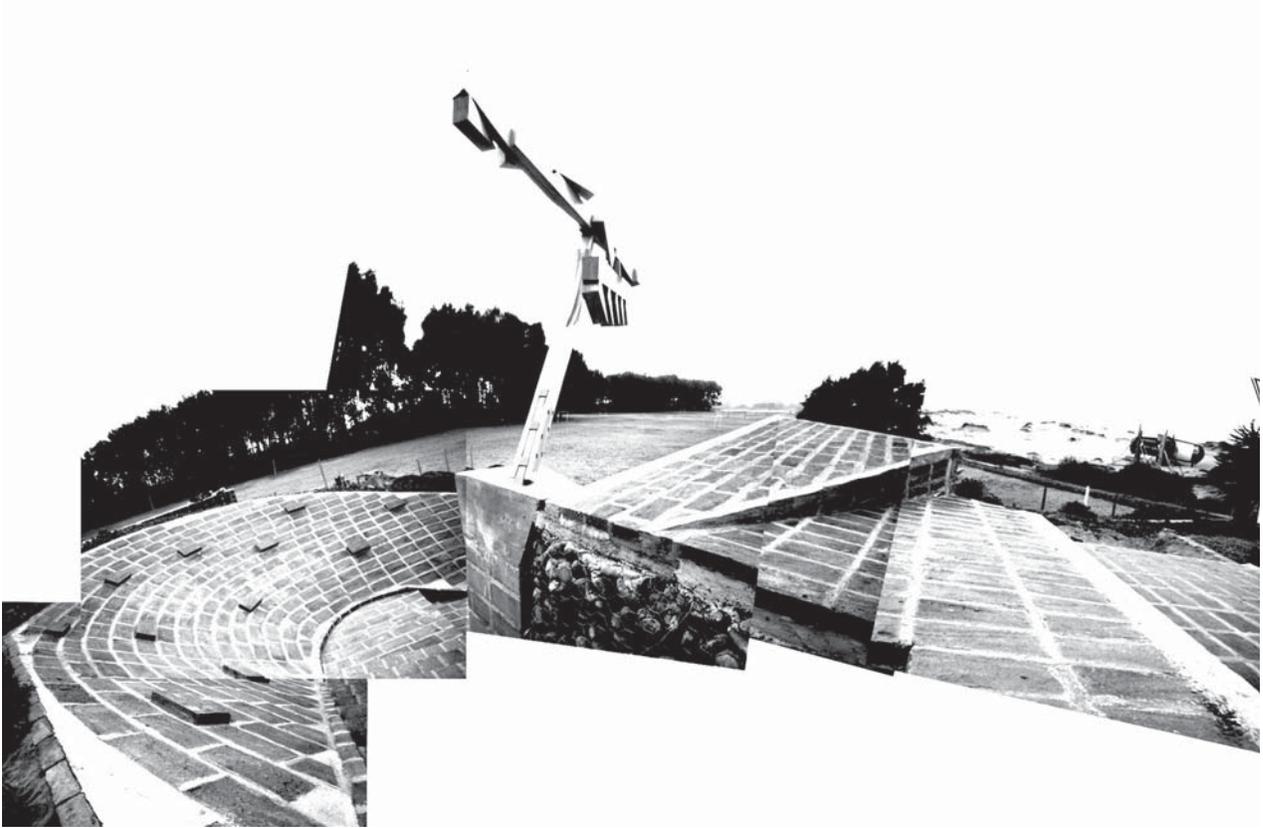
Fundación muro-costilla



Ripio fundacion muro



Fundación muro-costilla



Vista superior hacia la vega. Escultura y obra finiquitada.



Vaciado fundaciones



enfierradura pilar y gavión



Muro-costilla



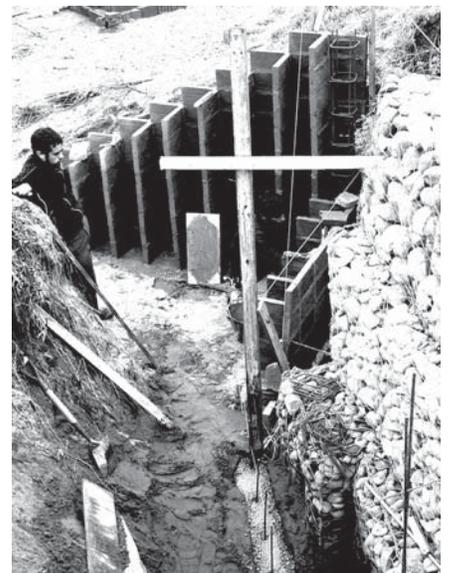
Obra finiquitada en verano del 2007.



Encuentro muros costilla



Encuentro muros



Muro-costilla

## *EL LUGAR*

*“La extensión americana es, como toda extensión, provocadora de pavor.” [Alberto Cuz]*

*De ese “pavor”, que es la necesidad de distanciarse de la naturaleza, nace la búsqueda del lugar.*

*El lugar es lo que construye la distancia para quedar ante la naturaleza, en reparo de ella.*

*El viento es un elemento dinámico de la extensión cuya presencia va desde ser imperceptible hasta generar condiciones de extrema interperie. Es un elemento fugaz, que aparece y desaparece.*

*Lo reconocemos desde el testimonio que produce su acción contra los cuerpos que se le oponen.*

*Es en esta oposición donde reconocemos ciertos vestigios de lugaridad.*

*Hay lugaridad en el testimonio del viento porque es allí donde reconocemos sus signos primordiales, su capacidad de orientarnos y de medir la extensión..*



# TESTIMONIO EÓLICO

Estudio del viento como elemento dinámico capaz de generar lugar en la extensión. *[ Taller de obra segundo trimestre del 2006. Cristóbal Hughes ]*

## 1. Polígono conceptual



## TESTIMONIO EÓLICO

El viento es un elemento dinámico y fugaz capaz de generar lugaridad en la extensión a través del testimonio que genera su acción contra los objetos que se le interponen.

## 2. Desgloce polígono conceptual

### VIENTO

- A. Formación y origen/presiones/desplazamientos /mar-tierra.
- B. Fluido/propiedades/arrastre-aceleración/punto desprendimiento-capa límite/porosidad-rugosidad.
- C. Bernoulli-venturi/eddy/karman vortex
- D. Vientos Ritoque/predominantes/características/ mediciones

### DUNA

- A. Formación y origen/tipos.
- B. Desplazamiento/velocidad/granos-composición
- C. Dunas Ritoque/tamaños/orientación/vegetación/ morfología-emplazamiento/movimiento

### OBJETOS

### OBSTÁCULOS

- A. Desplazamiento-aceleración/barlovento-sotavento/ sombra viento/planta-elevación
- B. Experimentación objetos-duna/socavamiento-acumulación
- C. Conclusiones forma/desplazamiento/arrastre/ velocidad/socavamiento/acumulación rugosidad.

*HOSPEDERÍA  
COLGANTE*

- A. Caso-emplazamiento/orientación vientos
- B Forma/desplazamiento vientos
- C..Desarrollo socavamiento/conclusiones

*CORTINA  
ÁRBOLES*

- A. Usos/tipos/características
- B. Densidad/altura-longitud-orientación/protección
- C. Cortina Ritoque/características/densidad/orientacion/proteccion

*EXPERIENCIAS  
ESCUELA DE  
ARQUITECTURA*

- A. Escuela naval/deflectores-sombra de viento/túnel de agua
- B. Hospedería del Errante/toberas/aerodinámica-disminución arrastre/tunel de viento
- C Casa de los Nombres/hundimiento.
- D.Palacio viejo/aceleracion socavamiento/curvas-protecciones
- E.Proyecto M.Eyquem/elementos de desaceleración-esquinas/datos
- F.Celdas/formas-aerodinámica/tunel de viento

*UMBRALES  
EÓLICOS*

- A. Observaciones.
- B. Caso Arquitectónico/pórtico de los huéspedes-emplazamiento esculturas
- C.Zonificación patios escultóricos/graduación exterior/umbrales eólicos

### 3.Introducción

Este estudio fue llevado a cabo durante el segundo trimestre del año 2006 en los terrenos bajos de la Ciudad Abierta.

Comienza como un encargo que busca determinar las causas y posible desarrollo del socavamiento producido por la acción del viento sobre la Hospedería Colgante.

Este encargo es abordado tanto desde un estudio teórico como desde la experimentación en Ritoque.

Se inicia un trabajo que involucra el estudio del viento y sus características físicas; de la duna, su formación y desplazamiento; y de las cortinas de árboles, los tipos y sus grados de acción. Se revisan también las diferentes experiencias realizadas por la Escuela de Arquitectura en proyectos relacionados con el viento.

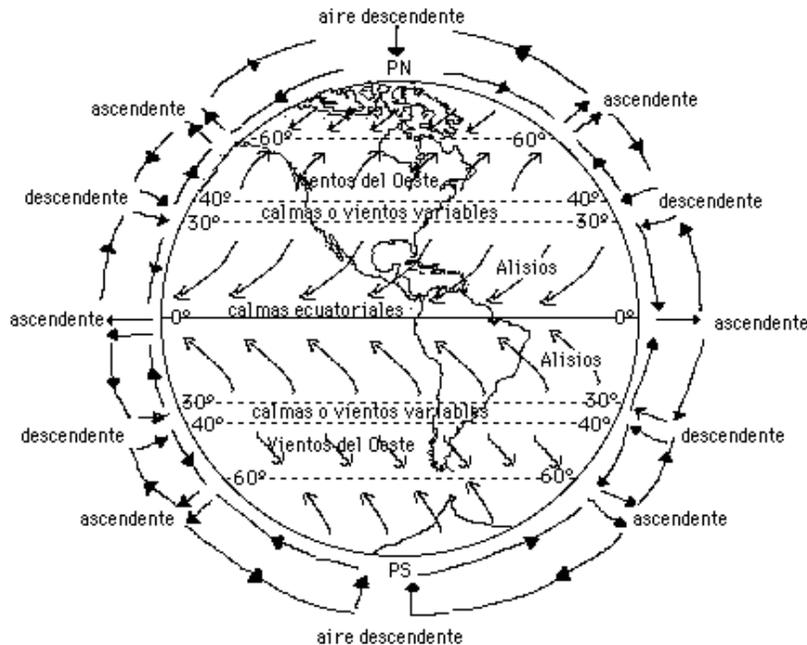
Se experimenta con objetos situados en la duna para observar, mediante el registro diario, la acción del viento sobre ellos y la incidencia de la forma en el socavamiento que este produce.

Paralelamente se realizan mediciones diarias de los vientos, su intensidad y dirección.

El estudio desemboca en una propuesta de zonificación de los patios exteriores de la hospedería colgante y en la idea de unos "umbrales eólicos", elementos de graduación y testigos del viento.

## 4. VIENTO

### 4.1 Formación y origen/presiones/desplazamientos/mar-tierra.



#### Vientos dominantes

Cerca del ecuador hay una banda de bajas presiones, llamada zona de calmas ecuatoriales, situada entre los 10° de latitud S y los 10° de latitud N. En esta zona, el aire es caliente y sofocante. A unos 30° del ecuador en ambos hemisferios hay otra banda de presiones altas con calmas, vientos suaves y variables. El aire superficial, al moverse desde esta zona hasta la banda ecuatorial de presiones bajas, constituye los vientos alisios, dominantes en las latitudes menores. En el hemisferio norte, el viento del norte que sopla hacia el ecuador se desvía por la rotación de la Tierra hasta convertirse en un viento del noreste, llamada alisio del noreste. En el hemisferio sur el viento del sur se desvía de forma similar para ser el alisio del sureste.

Desde el lado polar de la banda de presión alta en ambos hemisferios la presión atmosférica disminuye hacia centros de presión baja en latitudes medias y altas. Los vientos dirigidos hacia los polos, puestos en marcha por estos sistemas de presión, se desvían hacia el este por la rotación de la Tierra. Puesto que los vientos se denominan según la dirección desde la que soplan, los vientos de las latitudes medias se califican como dominantes del oeste. Éstos resultan muy modificados por las perturbaciones ciclónicas y anticiclónicas viajeras que provocan cambios diarios de las direcciones.

Las regiones más frías de los polos tienden a ser centros de alta presión, en particular en el hemisferio sur, y los vientos dominantes que parten de estas áreas se desvían para convertirse en los vientos polares del este.

#### Origen

El viento es la variable de estado de movimiento del aire. Es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la Tierra y de la atmósfera. Las masas de aire más caliente tienden a ascender, y su lugar es ocupado entonces por las masas de aire circundante, más frío y, por tanto, más denso. Se denomina propiamente “viento” a la corriente de aire que se desplaza en sentido horizontal, reservándose la denominación de “corriente de convección” para los movimientos de aire en sentido vertical.

La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos; se desplaza de los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones) y su fuerza es tanto mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por factores tales como el relieve y la fuerza de coriolis.

#### Vientos estacionales

El aire sobre la tierra es más cálido en verano y más frío en invierno que el situado sobre el océano adyacente en una misma estación. Así, durante el verano, los continentes son lugares de presión baja con vientos que soplan desde los océanos, que están más fríos. En invierno, los continentes albergan altas presiones, y los vientos se dirigen hacia los océanos, ahora más cálidos.

#### Vientos locales-Brisas térmicas.

Son vientos costeros debidos a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra. Su intensidad depende de muchos factores locales tanto sinópticos como climáticos.

En se denominan brisas térmicas a los vientos que soplan en las zonas de la costa del mar hacia tierra durante el día y de la tierra al mar durante la noche. Son vientos que no se generan por gradientes isobáricos a nivel general, sino a nivel local en las zonas costeras. En las latitudes medias, alcanzan su plenitud durante las épocas en el que el sol caliente con mayor intensidad, es decir, cuando está más alto. Su intensidad rara vez sobrepasa los 25 nudos (47 km/h) y es normal que se sitúe alrededor de los 15 (28 km/h).

#### Proceso de formación

Las brisas se producen por el desfase existente en el proceso de calentamiento del mar y de la tierra por la acción de la radiación solar.

### Durante el día

A medida que el sol asciende va calentando la tierra más rápidamente que el agua del mar. La tierra va calentando el aire en contacto con ella que asciende aligerarse; su lugar a viene a ocuparlo el aire del mar que está más frío. Es decir, se origina un gradiente térmico que, a su vez, origina un gradiente de presión que causa el desplazamiento del aire de la zona de mayor presión - la superficie del mar - al de menor presión - la superficie de la tierra -, generándose así un viento del mar hacia la tierra que se denomina brisa marina. que causa el desplazamiento del aire de la zona de mayor presión (la superficie del mar) a la de menor presión (la superficie de la tierra), generándose así un viento del mar hacia la tierra que se denomina brisa marina.

### Durante la noche

Cuando la radiación solar desaparece, la superficie del mar conserva más tiempo el calor captado durante el día que la tierra, la cual se enfría con más rapidez. Se produce un gradiente térmico y de presión inverso al caso diurno: el aire más caliente del mar se eleva y su lugar pasa a ser ocupado por el aire más frío proveniente de la tierra. Se origina así la brisa terrestre.

### Condiciones favorables para la formación de brisas

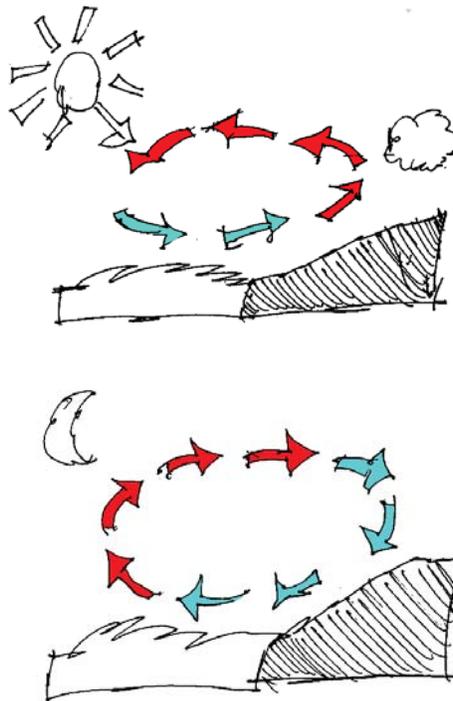
Todas las condiciones que favorezcan el incremento del gradiente de presiones entre aire del mar y el de tierra favorecerán la formación de las brisas.

#### - Un gradiente térmico de aproximadamente 4 o 5° C.

Aunque, en general, basta que la temperatura del aire terrestre sea superior en al menos 1°C a la del aire marino se dan las circunstancias que posibilitan las brisas diurnas; por debajo de este valor difícilmente se establecen.

#### - Los cielos despejados o la nubosidad débil.

La ausencia de nubes favorece el calentamiento de la tierra durante el día y la su pérdida de calor durante la noche, por lo que se favorece el gradiente térmico diurno y nocturno. Los cielos nubosos no dejan calentar la tierra durante el día y guardan el calor de ésta durante la noche.



#### - La inestabilidad térmica vertical.

Cuanto más gradiente térmico vertical, más facilidad tendrá el aire caliente para ascender y generar una mayor depresión, por lo tanto más brisa habrá. Si en las capas altas de la atmósfera hay aire cálido, por más gradiente de temperatura que exista entre la tierra y el mar, no habrá brisa. Esto explica que visualmente se pueda predecir la intensidad de la brisa por las nubes de desarrollo vertical que se forman en la costa: cuanto más altas, dependiendo evidentemente de otros factores locales, más intensa podrá llegar a ser la brisa.

#### - La ausencia de vientos sinópticos generales

Si existen gradientes de presión general más fuertes provenientes de depresiones térmicas o polares, las condiciones de viento marcadas por éstos prevalecerán sobre las brisas térmicas; aunque, en realidad, ambos gradientes béricos - el general y el local que genera la brisa - se sumarán alterando la dirección e intensidad del viento sinóptico dominante o a la inversa: si las brisas son dominantes, las condiciones generales béricas las influirán en dirección e intensidad.

#### -Costa sin una orografía alta

Las paredes montañosas de considerable altitud en la línea de la costa es un freno considerable a la formación de brisas. Por contra, los valles las favorecen.

#### -Terreno con alto coeficiente de absorción de calor

La tierra pelada tiene más coeficiente de absorción del calor solar (se calienta más) que los vegetales, por consiguiente las masas boscosas debilitan las brisas. Por el contrario, el cemento, piedra, metales y asfalto de las masas urbanas tienen un altísimo coeficiente de absorción del calor lo que incrementa las brisas. Por otra parte, los automóviles y las industrias de las grandes concentraciones urbanas.

## 4.2. Vientos Ritoque/predominantes/características//mediciones

21 JUNIO	1730	S-SW	4-8	4 JULIO	930	N-NE	15-25
	1800	S	7-11		1200	N-NE	8-15
					1500	N	4-12
22 JUNIO	900	N-E	0-1	5 JULIO	930	N-NE	7-15
	1230	O-NO	1-5		1200	NE	7-11
	1530	NO	1-7		1700	N-NE	12-20
23 JUNIO	930	N-NE	0-2	6 JULIO	930	N-NE	11-19
	1200	SW-O	0-7		1500	N-NE	18-28
	1500	NO	6-13		2300	N-NE	15-22
	1615	O	2-7	7 JULIO	900	N	19-40
26 JUNIO	2300	NE	2-5		1200	N	6-17
	2440	N	4-18	11 JULIO	1500	N-NE	8-19
27 JUNIO	900	NE	14-19		300	N-NE	15-40
	1200	N-NE	10-20	12 JULIO	1100	N	15-25
	1530	N-NE	4-6		700	N	8-15
	1750	NE	1-5	13 JULIO	1400	SW	8-17
28 JUNIO	900	N-NE	4-9	17 JULIO	1700	NE	7-10
	1300	NO	1-4		830		0
	1615	O	1-7	18 JULIO	1000	S-SE	3-17
29 JUNIO	920	E	3-12		1300	S-SW	10-17
	1100	E	1-4		1500	S-SW	0-4
	1215	E	3-8		800	SW	0-4
	1540	E-SE	0-4	19 JULIO	900	NE	18-25
	1730	E-SE	5-45		1500	NO	7-14
	1740	N	7-27	20 JULIO	900	N-NE	0
	1745	N.NO	6-28		1200	N	0
	1750	NO	6-12		1500	SW	0-3
	1800	SW	4-25	21 JULIO	900	O	0
30 JUNIO	930	NE	0		1200	O	0
	1200	NE	0-2		1500	N-NO	0-5
	1500	N	0-3	24 JULIO	900	NO	0
1 JULIO	930	S	0-7		1200	NO	0-4
	1200	S	5-12				
	1500		0				
2 JULIO	600	N	10-20				
3 JULIO	930	N-NE	0-6				
	1200	N	8-14				
	1500	N	0-4				

Se hacen mediciones de las intensidades y direcciones de los vientos en la Ciudad abierta durante el segundo trimestre del año 2006. Estas mediciones se hacen un promedio de 4 días a la semana, en la mañana, mediodía y tarde. Para medir la intensidad se utiliza un anemómetro manual, provisto de una pequeña helice en su parte superior y una pantalla digital que indica la velocidad del viento en kilómetros por hora; se registran las velocidades más altas y las más bajas. Para establecer la dirección predominante se utiliza una brújula. Las mediciones se llevaron a cabo en la cima dunar de los terrenos bajos de la Ciudad abierta.

El viento predominante durante la mayor parte del año en Ritoque es el SurWeste con algunas variaciones estacionales. Durante el Invierno se produce una alternancia entre el SW y los vientos del Norte (vientos de tormenta). Durante el verano son los vientos del SW los que alcanzan su mayor intensidad. Las variaciones de intensidad están determinadas también por la altura. En la cima dunar es donde se dan las mayores velocidades.

Tabla de registro de la intensidad y dirección de los vientos medidos en Ritoque, entre Junio y Julio del año 2006.

### 4.3 Fluido/propiedades/arrastre-aceleración/punto desprendimiento-capa límite/porosidad-rugosidad.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{energía cinética} & & & & \text{energía potencia} & & \\ \frac{V^2}{2} & + & \frac{P}{\rho} & + & gz & = & \text{constante} \\ & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & & & \\ & & \text{energía de flujo} & & & & \end{array}$$

#### Bernoulli

El principio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

- 1.- Cinético: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- 2.- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- 3.- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee

Así el principio de Bernoulli puede ser visto como otra forma de la ley de la conservación de la energía, es decir, en una línea de corriente cada tipo de energía puede subir o disminuir en virtud de la disminución o el aumento de las otras dos.

Esta ecuación permite explicar fenómenos como el efecto Venturi, ya que la aceleración de cualquier fluido en un camino equipotencial (con igual energía potencial) implicaría una disminución de la presión. Gracias a este efecto observamos que las cosas ligeras muchas veces tienden a salirse de un carro en movimiento cuando se abren las ventanas, ya que la presión del aire es menor fuera del auto ya que está en movimiento respecto a aquél que se encuentra dentro del auto, donde la presión es necesariamente mayor; pero en forma aparentemente contradictoria el aire entra al carro, pero esto ocurre por fenómenos de turbulencia y capa límite.

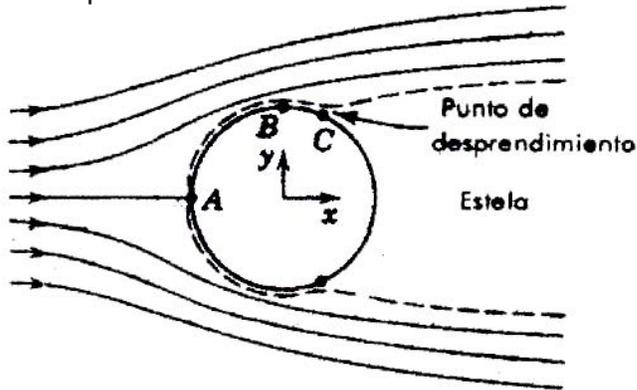
#### Efecto Venturi

El efecto Venturi consiste en que la corriente de un fluido dentro de un conducto cerrado disminuye la presión del fluido al aumentar la velocidad cuando pasa por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto.

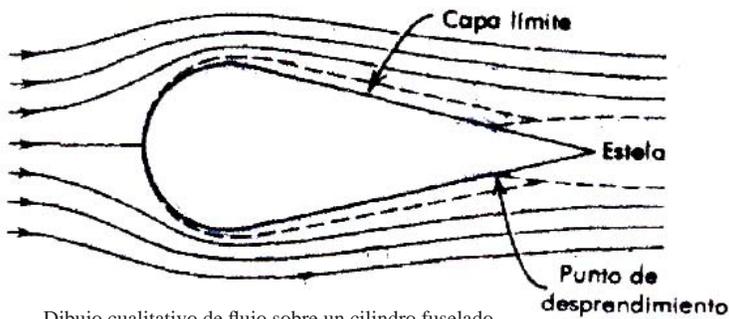
El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa. Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta. Por el teorema de conservación de la energía si la energía cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente

De esto deducimos que el viento, si mantiene un caudal constante, se acelera al estrecharse el área por la cual transita. En lo experimentado en Ritoque este estrechamiento se da cuando el viento es desviado por un objeto y comprimido contra las otras capas de aire, en el caso de la hospedería colgante el viento se acelera al pasar bajo ella, esto lo podemos constatar en el socavamiento producido en el suelo de la Hospedería. Como debe pasar la misma cantidad de viento por una sección menor, por efecto de la conservación de la energía, estas capas se aceleran en relación a las otras capas externas donde se mantiene la velocidad original.

#### 4.4 Arrastre/capa límite.



Dibujo cualitativo de flujo sobre un cilindro. La velocidad aumenta en las zonas donde se angosta la distancia entre las líneas de flujo.



Dibujo cualitativo de flujo sobre un cilindro fuselado

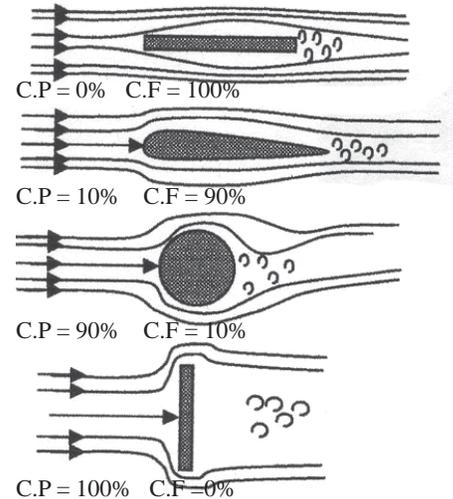
#### El arrastre.

Todo cuerpo que esté inmerso en la corriente de un fluido estará sometido a fuerzas y momentos de fuerzas que dependen de la forma y orientación con respecto al flujo. La fuerza paralela al flujo se llama arrastre o resistencia al aire. Si un objeto ha de moverse contra el flujo deberá vencer a esta fuerza. Es importante entender que estas fuerzas son definiciones prácticas que representan el efecto de los rebotes y el deslizamiento de las partículas contra la superficie del cuerpo.

El arrastre es una fuerza mecánica. Es generada por la interacción y contacto de un cuerpo rígido y un fluido. Siendo una fuerza, el arrastre es un vector que va en la dirección contraria al movimiento del cuerpo. Existen muchos factores que afectan la magnitud del arrastre. La magnitud de la sección efectiva de impacto y la forma de la superficie.

Un efecto que produce arrastre es el de roce aerodinámico con la superficie llamado efecto piel entre las moléculas del aire y las de la superficie sólida. Una superficie muy suave y encerada produce menos arrastre por este efecto que una rugosa. A su vez este efecto depende de la magnitud de las fuerzas viscosas. A lo largo de la superficie se genera una capa de borde formada por moléculas de baja energía cinética y la magnitud de la fricción de piel depende de las características de esta capa. Se encuentra en la vecindad inmediata de la superficie del cuerpo.

Otro efecto muy importante es el de arrastre de forma. La forma de un cuerpo produce una determinada distribución de las presiones debido a las velocidades locales. Integrando estas presiones sobre toda la superficie del cuerpo obtendremos la fuerza de arrastre. Existen otros tipos de arrastre llamados arrastres inducidos que son producidos por la dinámica del flujo debido a la forma particular del cuerpo. Los vórtices que se producen en las puntas de las alas de los aviones generan este tipo de arrastre. Las alas muy cortas y anchas tienen grandes arrastres.



#### Tipos de Arrastre

La fuerza de arrastre viene determinada por las fuerzas de rozamiento del fluido viscoso sobre la superficie de contacto, que se denomina **arrastre de fricción**; y por la distribución de presiones a lo largo del objeto: desde las altas presiones de estancamiento en las proximidades del borde de ataque, hasta las bajas presiones a partir del desprendimiento de la capa límite en la región de estela, que origina una fuerza de resistencia al avance, que se denomina **arrastre de presión**. Adimensionalmente, se tiene:

$$\text{Coef. Arrastre} = \text{Coef. Presión} + \text{Coef. Fricción}$$

La contribución de cada término depende fundamentalmente de su geometría: así en una placa plana que se mueve oponiendo su espesor al flujo, prácticamente es todo arrastre de fricción; en cambio si se mueve perpendicularmente, el arrastre es casi todo de presión.

#### Anexos

**Viscosidad:** propiedad de los fluidos por la que presentan resistencia a la velocidad de deformación.

**Capa límite:** distancia desde la superficie del perfil, hasta el punto en el que la velocidad es idéntica a la de la corriente libre de aire.

**Capa límite laminar:** considerado el perfil de un plano, cuando el movimiento del aire se realiza de manera ordenada, en capas paralelas, obtenemos una circulación laminar y por tanto una capa límite laminar.

**Capa límite turbulenta:** en ella el movimiento de las partículas no es en forma de capas paralelas, siendo de forma caótica, pasando las moléculas de aire de una capa a otra moviéndose en todas direcciones.

#### 4.5. Separación del flujo de aire.

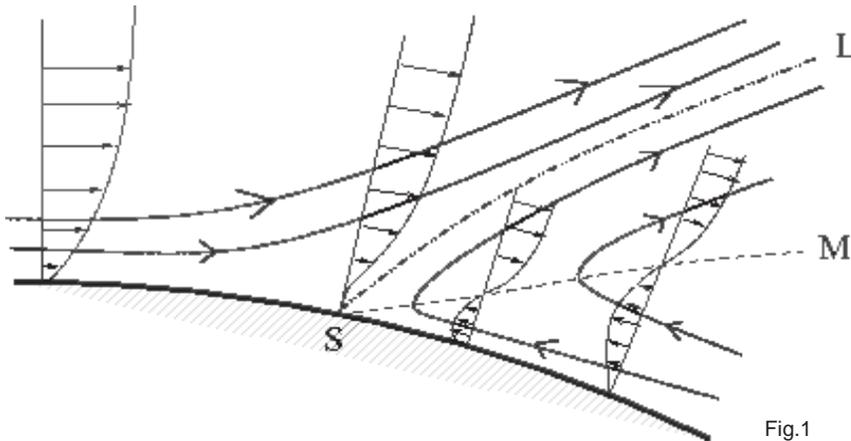


Fig.1

#### Separación del flujo.

Debido a gradientes de presión sobre la superficie de los cuerpos en un flujo, éste deja de seguir el contorno del cuerpo en un determinado punto llamado punto de separación. Si consideramos una delgada capa de fluido adyacente a la pared de un cuerpo y completamente dentro de la capa límite, esta delgada capa es arrastrada por el empuje viscoso del fluido superincumbente y es retardada por la fricción en la pared. Si la presión es favorable, es decir, si decrece en la dirección del flujo, la delgada capa continuará moviéndose hacia adelante. Pero la velocidad cerca de la pared es pequeña y si la presión crece en la dirección del flujo el momentum del fluido puede ser insuficiente para abrirse paso y esto podría detener completamente el fluido y pudiera incluso tener un retroceso a baja velocidad. Es así como el flujo puede despegarse de la superficie del cuerpo. Esto lo ilustramos en la figura 1. El punto S indica el punto de separación, la línea L es la línea de separación y la S es el límite de inversión de la velocidad. En la figura 2 presentamos la separación de un flujo de aire desde la superficie de un cilindro (experimento en el TVDF de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile). Luego de la separación se forman vórtices detrás del cilindro en un sector que llamamos estela. Esta estela puede ser grande o pequeña dependiendo del lugar de la superficie del cuerpo donde se produzca la separación.

Si comparamos la foto de la figura 2 con la de la figura 3 vemos que la estela de la esfera es menor que la del cilindro y se observa claramente que en el caso de la esfera la separación se produce más atrás. En la estela la presión es constante existiendo variaciones sólo en la parte donde el flujo aún no se separa. Todo esto hace que la suma de las fuerzas debida a las presiones sobre la superficie resulte en una fuerza neta que arrastra al cuerpo en la dirección del flujo. Es el arrastre de forma que ya hemos introducido anteriormente. Es un hecho experimental que mientras menor sea la estela menor será el arrastre de forma. Conviene pues demorar la separación si queremos un arrastre menor. Si nuestro objetivo es disminuir la fuerza de arrastre, tendremos que darle a los cuerpos una forma tal que la estela disminuya en tamaño; esto es posible hacerlo, en efecto, si comparamos la foto 4 de la semiesfera con la de la esfera en 3 vemos que la de la esfera es sustancialmente menor. Podríamos hacerla aún menor si a la esfera le agregamos una modificación en su parte posterior. Tanta es la importancia de este efecto, que los trajes de los pilotos de carrera de las motocicletas tienen incorporado en la espalda un perfil aerodinámico (Aerodynamic wedge). Existe otro tipo de arrastre llamado arrastre inducido. Es producido por algunas características particulares del cuerpo en la corriente de aire. El caso más conocido es el que se produce debido a los vórtices generados en las puntas de las alas de los aviones debido a la diferencia de presión entre la parte inferior y superior del ala

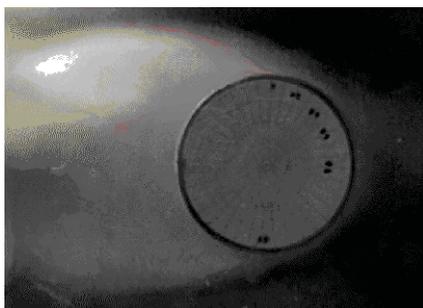


Figura 2: Separación de un flujo de aire en la superficie de un cilindro. Notar la presencia de un vórtice después de la separación.

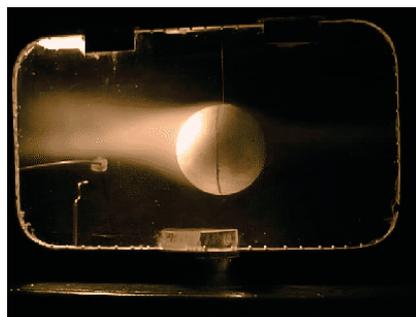


Figura 3: Separación de un flujo de aire en la superficie de una esfera. Notar la disminución del tamaño de la estela en comparación con la de la semiesfera en figura D

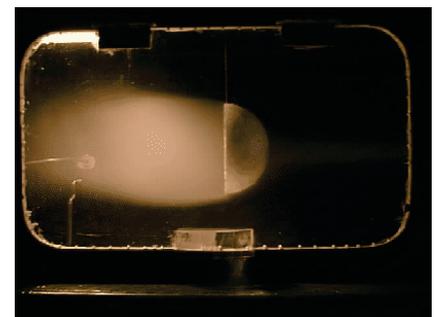
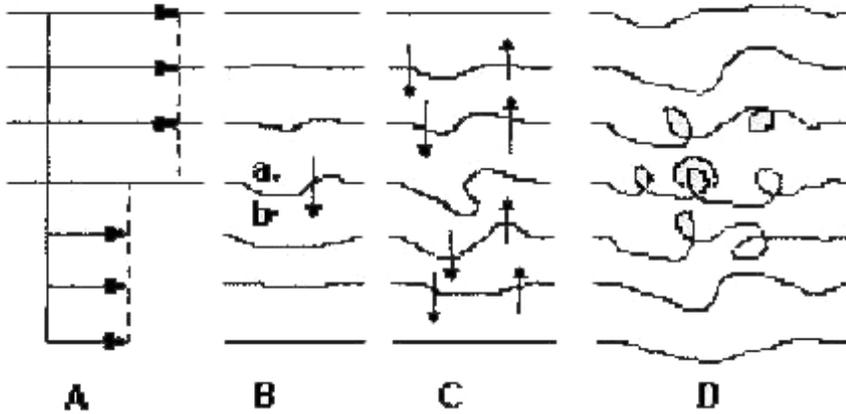


Figura 4 Separación de un flujo de aire en la superficie de una semiesfera

## 4.6 Flujo turbulento/número de Reynolds.



### Clasificación del flujo como laminar o turbulento

Cuando entre dos partículas en movimiento existe gradiente de velocidad, o sea que una se mueve más rápido que la otra, se desarrollan fuerzas de fricción que actúan tangencialmente a las mismas.

Las fuerzas de fricción tratan de introducir rotación entre las partículas en movimiento, pero simultáneamente la viscosidad trata de impedir la rotación. Dependiendo del valor relativo de estas fuerzas se pueden producir diferentes estados de flujo.

Cuando el gradiente de velocidad es bajo, la fuerza de inercia es mayor que la de fricción, las partículas se desplazan pero no rotan, o lo hacen pero con muy poca energía, el resultado final es un movimiento en el cual las partículas siguen trayectorias definidas, y todas las partículas que pasan por un punto en el campo del flujo siguen la misma trayectoria. Este tipo de flujo fue identificado por O. Reynolds y se denomina "laminar", queriendo significar con ello que las partículas se desplazan en forma de capas o láminas.

Al aumentar el gradiente de velocidad se incrementa la fricción entre partículas vecinas al fluido, y estas adquieren una energía de rotación apreciable, la viscosidad pierde su efecto, y debido a la rotación las partículas cambian de trayectoria. Al pasar de unas trayectorias a otras, las partículas chocan entre sí y cambian de rumbo en forma errática. Éste tipo de flujo se denomina "turbulento".

El flujo "turbulento" se caracteriza porque:

- Las partículas del fluido no se mueven siguiendo trayectorias definidas.
- La acción de la viscosidad es despreciable.
- Las partículas del fluido poseen energía de rotación apreciable, y se mueven en forma errática chocando unas con otras.

El flujo del agua en los ríos o el movimiento del aire cerca de la superficie de la tierra son ejemplos típicos de flujos turbulentos.

Al entrar las partículas de fluido a capas de diferente velocidad, su momento lineal aumenta o disminuye, y el de las partículas vecina la hacen en forma contraria.

Cuando las fuerzas de inercia del fluido en movimiento son muy bajas, la viscosidad es la fuerza dominante y el flujo es laminar. Cuando predominan las fuerzas de inercia el flujo es turbulento. Osborne Reynolds estableció una relación que permite establecer el tipo de flujo que posee un determinado problema. Para números de Reynolds bajos el flujo es laminar, y para valores altos el flujo es turbulento. O. Reynolds, mediante un aparato sencillo fue el primero en demostrar experimentalmente la existencia de estos dos tipos de flujo. Mediante colorantes agregados al agua en movimiento demostró que en el flujo laminar las partículas de agua y colorante se mueven siguiendo trayectorias definidas sin mezclarse, en cambio en el flujo turbulento las partículas de tinta se mezclan rápidamente con el agua.

Experimentalmente se ha encontrado que en tubos de sección circular cuando el número de Reynolds pasa de 2400 se inicia la turbulencia en la zona central del tubo, sin embargo este límite es muy variable y depende de las condiciones de quietud del conjunto. Para números de Reynolds mayores de 4000 el flujo es turbulento. Al disminuir la velocidad se encuentra que para números de Reynolds menores de 2100 el flujo es siempre laminar, y cualquier turbulencia que se produzca es eliminada por la acción de la viscosidad. El paso de flujo laminar a turbulento es un fenómeno gradual, inicialmente se produce turbulencia en la zona central del tubo donde la velocidad es mayor, pero queda una corona de flujo laminar entre las paredes del tubo y el núcleo central turbulento.

Al aumentar la velocidad media, el espesor de la corona laminar disminuye gradualmente hasta desaparecer totalmente. Esta última condición se consigue a altas velocidades cuando se obtiene turbulencia total en el flujo. Para flujo entre placas paralelas, si se toma como dimensión característica el espaciamiento de éstas, el número de Reynolds máximo que garantiza flujo laminar es 1000. Para canales rectangulares anchos con dimensión característica la profundidad, este límite es de 500; y para esferas con el diámetro como dimensión característica el límite es la unidad

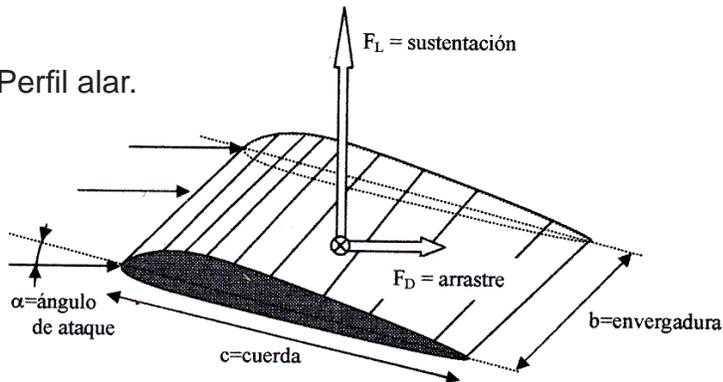
### Número de Reynolds

El número de Reynolds es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido.

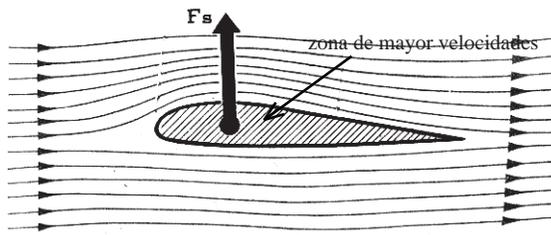
Como todo número adimensional es un cociente, una comparación. En este caso es la relación entre los términos convectivos y los términos viscosos de las ecuaciones de Navier-Stokes que gobiernan el movimiento de los fluidos.

Por ejemplo un flujo con un número de Reynolds alrededor de 100.000 (típico en el movimiento de una aeronave pequeña, salvo en zonas próximas a la capa límite) expresa que las fuerzas viscosas son 100.000 veces menores que las fuerzas convectivas, y por lo tanto aquellas pueden ser ignoradas. El número de Reynolds permite predecir el carácter turbulento o laminar en ciertos casos. Así por ejemplo en conductos si el número de Reynolds es menor de 2000 el flujo será laminar y si es mayor de 4000 el flujo será turbulento, si se encuentra en medio se conoce como flujo transicional y su comportamiento no puede ser modelado.

## 4.7 Perfil alar.



Coordenadas presentes en un perfil alar



Dibujo cualitativo de flujo sobre un perfil alar. La velocidad aumenta en la parte superior del perfil lo que provoca una menor presión.

### Perfil alar

Perfil alar. En aeronáutica se denomina perfil alar, perfil aerodinámico o simplemente perfil, a la forma plana que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación.

Es uno de los elementos más importantes en el diseño de superficies sustentadoras como alas, o de otros cuerpos similares como álabes o palas de hélice o de rotor.

Según el propósito que se persiga en el diseño, los perfiles pueden ser más finos o gruesos, curvos o poligonales, simétricos o no, e incluso el perfil puede ir variando a lo largo del ala.

### Nociones básicas

Al sumergir un cuerpo romo en el seno de una corriente fluida, siempre aparece una fuerza que empuja al cuerpo sumergido. Imaginemos que introducimos verticalmente un tablón de madera en un río. El perfil en este caso será un rectángulo, que es la sección del tablón. Observaremos que la fuerza que arrastra dicho tablón corriente abajo es pequeña cuando enfrentamos la cara más estrecha a la corriente, y el arrastre es grande si enfrentamos a la corriente la cara más ancha. Esta fuerza que empuja en el sentido de la corriente se denomina resistencia o arrastre. Observamos que este arrastre varía conforme giramos el tablón respecto a un eje longitudinal, es decir, conforme variamos el ángulo que forma la sección del tablón con la dirección de la corriente. Ese ángulo se denomina ángulo de ataque. Cuando la corriente fluida incide sobre el tablón con cierto ángulo de ataque, además de la mencionada fuerza de arrastre, aparece otra fuerza que no tiene la dirección y el sentido de la corriente, sino una dirección perpendicular a ella. Esta fuerza perpendicular al sentido de la corriente, que también depende del ángulo de ataque, se denomina sustentación y puede ser muchas veces mayor que la de resistencia. En aplicaciones en las que deseemos que una corriente fluida “empuje” con la mayor fuerza posible a un sólido, éste sólido se diseñará de manera que tenga la forma y el ángulo de ataque adecuados para lograr la máxima sustentación y el menor arrastre posible. La forma del perfil alar influye sustancialmente en las fuerzas de sustentación y arrastre que aparecerán.

El tablón del ejemplo, de perfil rectangular, demuestra ser poco eficiente desde el punto de vista aerodinámico, pues los perfiles eficaces normalmente presentan un arrastre mucho menor y una sustentación enorme. Para ello suelen tener redondeada la zona enfrentada a la corriente (borde de ataque), y afilada la zona opuesta (borde de fuga o borde de salida).

Habitualmente las características aerodinámicas de un perfil alar se encuentran sometiendo a ensayo modelos de perfiles en un túnel aerodinámico (también llamado túnel de viento) o en un túnel o canal hidrodinámico. En ellos se miden la sustentación y la resistencia al variar el ángulo de ataque y las condiciones de la corriente fluida (normalmente la velocidad de ésta), y se llevan a unas gráficas de características del perfil.

Los primeros modelos de perfiles ensayados en túneles de viento surgieron a partir de secciones de peces congelados.

### Regiones de los perfiles

Borde de ataque: parte delantera del perfil en donde incide la corriente.

Borde de salida: parte posterior del perfil por donde sale la corriente.

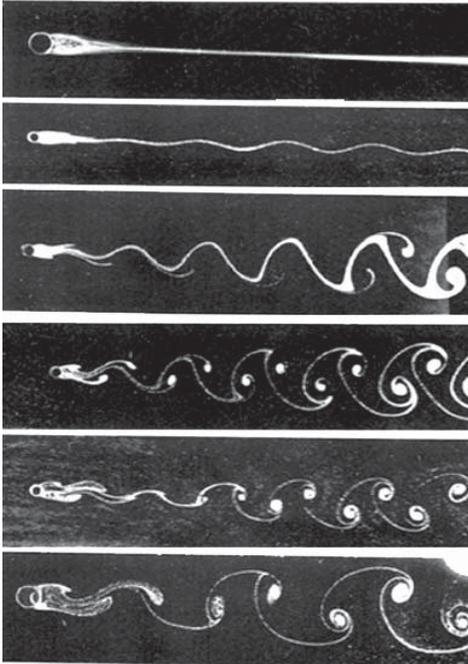
Extradós: zona superior del perfil entre el borde de ataque y el de salida.

Intradós: zona inferior del perfil entre el borde de ataque y el de salida.

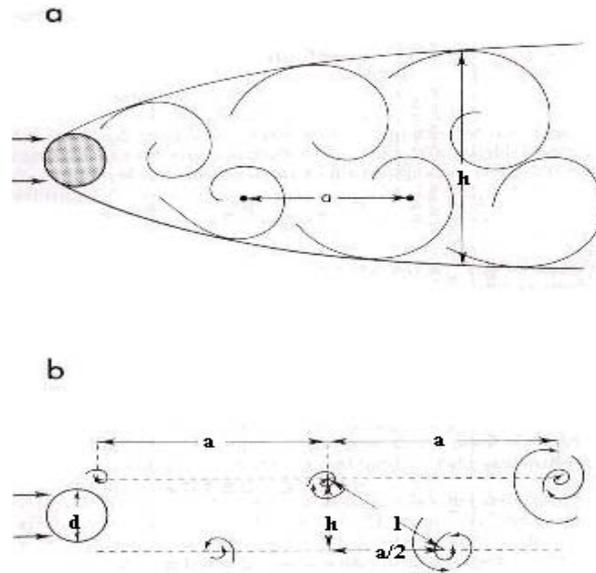
**Ángulo de ataque:** puede ser positivo, negativo o neutro.

**Fuerza aerodinámica:** es la resultante de la conjunción de las fuerzas que actúan sobre el perfil. Al descomponerse esta fuerza sobre la dirección de vuelo, da la sustentación “L” (fuerza perpendicular a la corriente de aire libre) y la resistencia “D” (fuerza paralela a la corriente libre de aire).

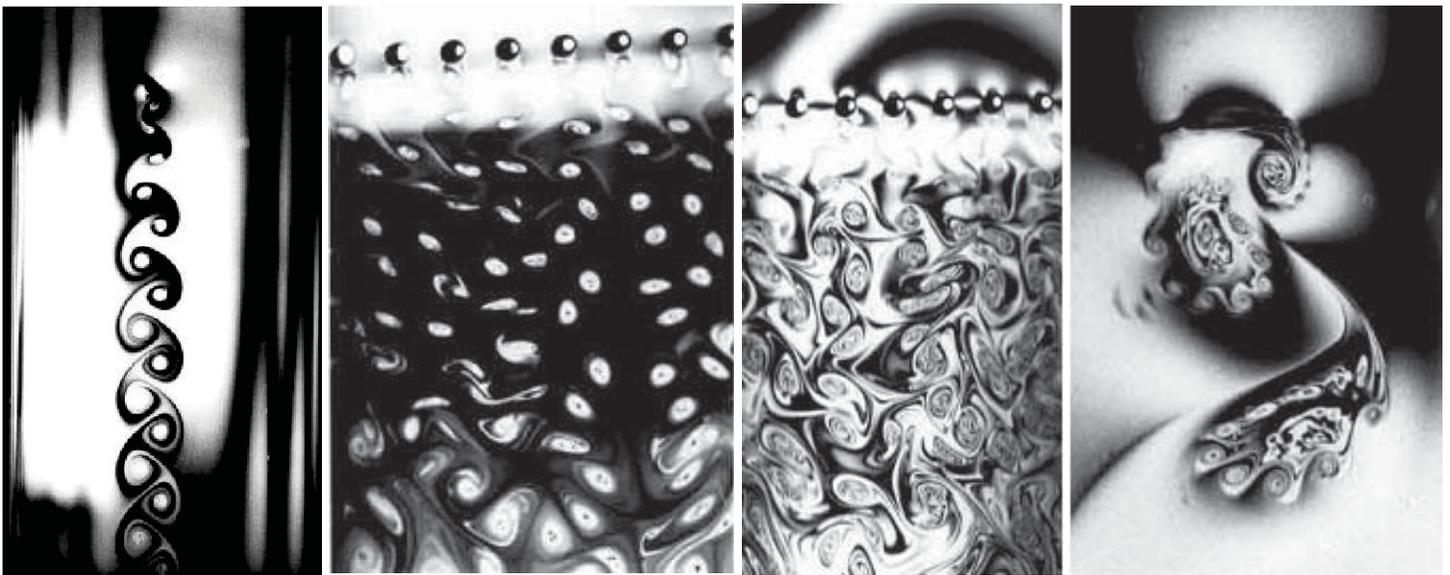
#### 4.8. Karman vortex.

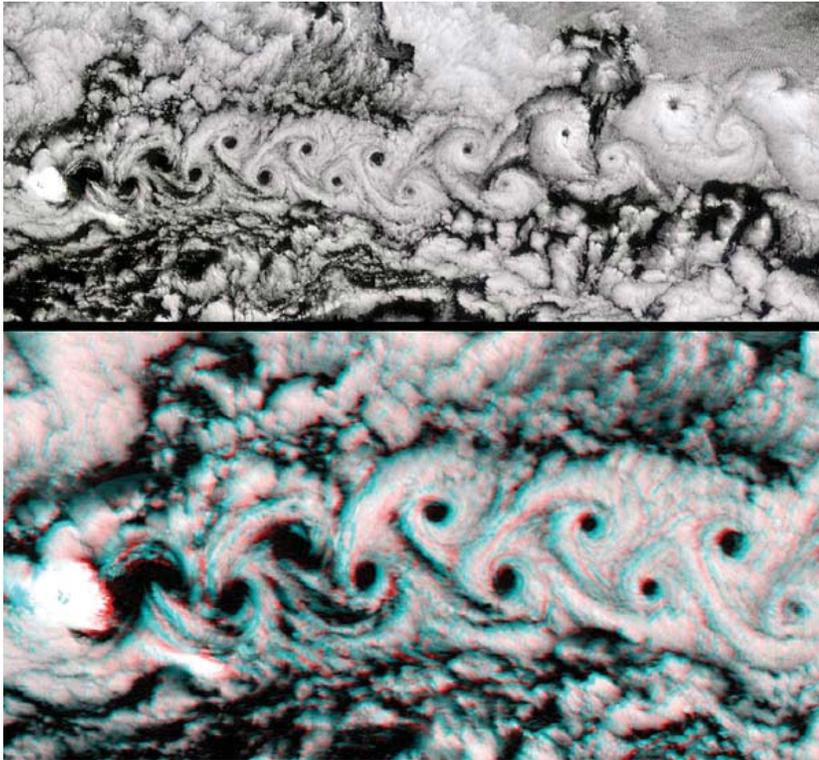


Secuencia de formación de vortex en un laboratorio.



Los vórtices de Karman son un fenómeno físico presente en los fluidos. Se caracterizan por una resonancia o frecuencia de vibración de un flujo constante a velocidades determinadas a sotavento de un objeto. Se produce una deformación del flujo a manera de una sucesión de remolinos o vórtices que van creciendo en tamaño y perdiendo intensidad a medida que se alejan del objeto. Poseen una regularidad, medida y forma determinada.





### Formación de los vórtices de Karman en la atmosfera.

Estas estructuras se generan cuando el flujo aéreo incide sobre un obstáculo orográfico, como puede ser una isla. En determinadas condiciones atmosféricas se forman una familia de vórtices a sotavento del obstáculo, extendiéndose hasta varios cientos de km corriente abajo. A medida que nos alejamos del obstáculo, los vórtices crecen en dimensión espacial a la vez que se disipan o debilitan, hasta desaparecer. En determinadas ocasiones los remolinos situados en las dos líneas o calles contrarias pueden interaccionar entre ellos. Otras veces, los vórtices no se hacen aparentes a nuestra vista, por ausencia de nubes o por entorno muy seco, pero existen como perturbaciones del campo de viento.

La presencia de remolinos de Von Karman se aprecia en muchos fluidos donde el obstáculo inmóvil se opone pasivamente al flujo que incide sobre él.

Von Karman, en 1911, explicó y formuló matemáticamente el desarrollo y amplificación de tales estructuras. Los trabajos de Karman se llevaron a cabo en el laboratorio, utilizando cilindros colocados en fluidos que incidían sobre dicho obstáculo.

Más tarde se observaron dichos vórtices a sotavento de las islas mediante imágenes de satélites. Las estructuras observadas recordaban la forma y generación de los vórtices alineados de von Karman.

Von Karman, que no era meteorólogo, explicó físicamente porqué se forman dichos remolinos desde el punto de vista aerodinámico. En su época, no existían evidencias de estructuras nubosas que recordaban la forma de dichas perturbaciones. Fue con la llegada de los satélites meteorológicos cuando se comprobó su existencia.

Se han analizado las condiciones de formación y se ha observado que se debe cumplir unas condiciones determinadas. Lógicamente debe existir un obstáculo orográfico:

- Presencia de una inversión en capas bajas
- La altura de la inversión respecto a la altura del obstáculo/isla debe ser tal que impida que el flujo aéreo de debajo de la inversión sobrevuele el obstáculo, obligándole a rodearlo.
- El viento debe ser estacionario y superior a 10 m/s (33 Km/h), pero no muy intenso
- Las isobaras debe ser más o menos rectas sobre una amplia zona.

Un par de vórtices se pueden crear en periodos del orden de horas, y pueden tener una duración o ciclo de vida de hasta 30 horas. Todos los vórtices en una calle tienen la misma circulación y opuesta a la otra línea o calle de remolinos. Estos remolinos se espacian corriente abajo en dos zonas alineadas o calles.

Los centros de cada vórtice se encuentra sobre dichas calles como muestra la figura adjunta. Islas solas o conjunto de islas orientadas perpendicularmente al flujo aéreo tienden a generar estructuras mejor definidas que las alineadas en dirección al flujo. Un caso típico es el de las Islas Canarias.

Estrictamente, los remolinos de von Karman son fenómenos que se desarrollan dentro de la capa límite planetaria. Las ondas generadas pueden tener hasta 50 km de longitud de onda y quedan atrapadas en la capa estable baja y apenas se disipan por viscosidad. La anchura de la isla obstáculo es la que determina el espaciado de los remolinos. El ahondamiento de la superficie del centro de rotación de los remolinos evapora la delgada capa de las nubes que se encuentra en su centro, apareciendo sin nubes, a la vez que decrece en tamaño al disminuir la rotación corriente abajo.

Los remolinos no suelen romper la capa de inversión donde se generan, tan solo modifican el campo nuboso, el campo de viento no perturbado donde se generó.

## 5. DUNA

### 5.1. Formación y origen



Foto satelital dunas de Ritoque y sector Punta de piedra

#### Origen y desarrollo de las dunas

Las dunas se generan por el mal uso de las cuencas y terrenos interiores, por el uso excesivo del suelo, desertificación, sobrepastoreo y deforestación (existen también las llamadas dunas remanentes que son aquellas grandes formaciones de origen prehistórico cuya fuente de abastecimiento de arena fresca está agotada).

Los ríos son el medio por los cuales los sedimentos aluviales llegan al mar, son tomados por las mareas y corrientes marinas y posteriormente el oleaje deposita las partículas en la playa donde quedan a merced del sol y los vientos dominantes y ocasionales.

El factor eólico es fundamental en la formación de las dunas. El viento es el principal agente de transporte del material, es desecante, genera arrastre y depositación de sales y de elementos terrosos, teniendo especial importancia en aquellos lugares donde no existe la suficiente vegetación para cubrir y proteger el suelo, permitiendo que las dunas cambien de posición. Las arenas que quedan alternativamente cubiertas y descubiertas en el juego de las altas y bajas mareas, es el material que coge el viento para trasladarlo al interior del continente. El viento toma las arenas, coincidiendo con el término de la baja marea, esto es, cuando las arenas están más secas por la prolongada exposición al sol y fuera del alcance de las olas.

La coincidencia óptima para que se realice un eficiente transporte de las arenas por el viento, la dan los siguientes factores:

a) **Inclinación del estran arenoso:** este factor es importante para considerar la trascendencia de la acumulación que se va a producir. Una playa muy inclinada establece entre los límites extremos de las altas y bajas mareas una pequeña superficie de exposición aérea. Así, una oscilación igual de marea, para dos situaciones, descubrirá una mayor extensión de estran en la situación en la que éste presenta una menor inclinación. Además la carga de material que tendrá el viento a su disposición, en éste caso, es mayor.

b) **Asoleamiento intenso:** el período de insolación y fuerza de ésta, es un factor que, desde un punto de vista cuantitativo afloja mayor cantidad de granos por pérdida de humedad, los individualiza y los abandona libremente para constituirse como carga del viento.

c) **Presencia del viento en el instante que culmina la baja marea:** este factor está muy relacionado con el anterior. La coincidencia del viento en el instante que culmina la baja marea, impide la impregnación de sal por los granos. La salinidad la adquieren gracias al viento que carga estos cristales, junto con producirse la rompiente de la ola. Si el viento aparece en el punto de acumulación de la baja marea, los granos de arena estarán secos, libres de humedad y salinidad, es decir, bajo condiciones de la más baja densidad. Además, en el instante que culmina la baja marea, la máxima extensión del estran arenoso estará con su superficie expuesta a la acción del viento.

d) **Actividad de organismos vivos en el estran:** este factor no es despreciable pues algunos de ellos, como las “pulgas de mar”, contribuyen a un aflojamiento considerable del estran, dejando orificios que permiten una mejor ventilación y exposición al sol, lo que se traduce en un avanzado desecamiento de granos de arena en profundidad.

Una vez tomada su carga, el viento la transporta al interior y la abandona cuando surge un obstáculo o se produce una disminución de su competencia de arrastre.

Al internarse una duna en el continente, otra se levanta en su lugar. En Chile los vientos están determinados por el Anticiclón del Pacífico Sur y el cinturón de bajas presiones de las latitudes subpolares, por lo tanto, en el litoral central predominan vientos del sudoeste en verano y noroeste en invierno. La dirección del viento sudoeste coincide con la estación seca, por lo cual las arenas son transportadas en dirección sur-norte, que es la dirección que poseen las dunas del centro del país.

En el transporte eólico se establece una estrecha relación entre el tamaño de los granos de arena (granulometría) y la velocidad y carga del viento.

De acuerdo al concepto de competencia, no son los vientos constantes y débiles, sino los arranchados y más violentos, los que determinan el desarrollo creciente de las dunas al interior del continente. La competencia puede oscilar en el transporte de partículas desde 0.053 a 2 mm. de diámetro en su eje mayor.



Campo de dunas transversales. Orientación de la pendiente SW-NE

Dunas longitudinales a la dirección del viento

Terrenos bajos Ciudad Abierta



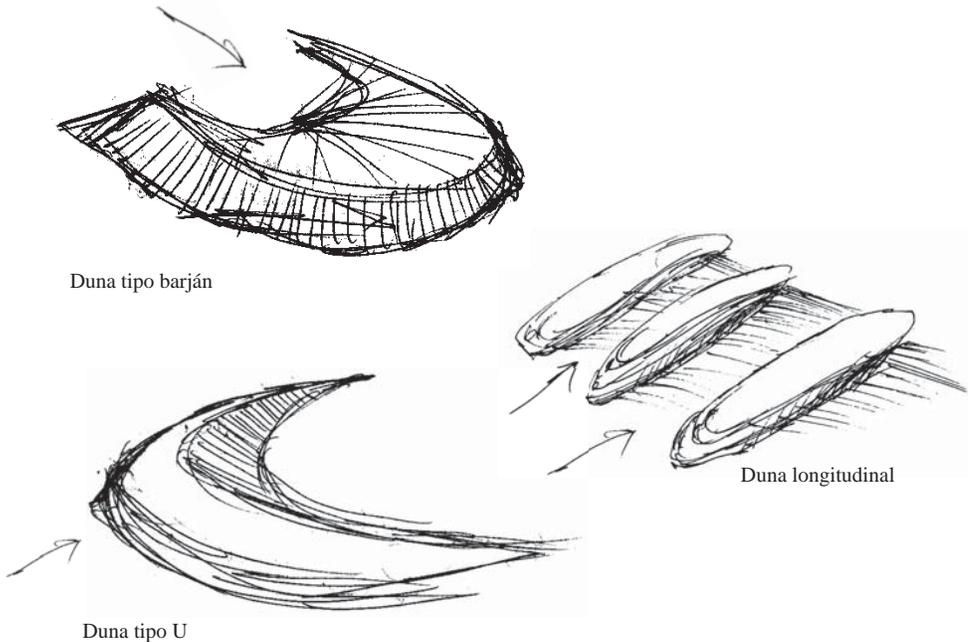
Campo dunar en los terrenos al norte del estero de Ritoque

En una extensión de playa abierta, el viento alcanza su más alta competencia a unos 2 m. por encima del nivel del suelo, disminuyendo su capacidad de transporte desde el punto de vista granulométrico, hacia arriba y debajo de este nivel aéreo. Hacia arriba, la disminución de la carga es afectada por la gravedad de las partículas que tiende a arrojarlas al centro de la tierra. Hacia abajo, actúa el roce con la superficie de la playa.

El principal factor que explica la localización, expansión y topografía de las dunas es el viento dominante de la zona, teniendo presente su constancia, dirección y duración. Los vientos predominantes pueden ser interrumpidos por fuertes vientos cruzados que dispersan las arenas lateralmente generando dunas longitudinales. Una baja actividad eólica pero persistente en el tiempo puede provocar efectos morfológicos semejantes a una actividad fuerte que se presenta en un corto período. Los vientos ocasionales no provocan acumulaciones importantes en altura, pero sí en extensión; y los vientos fuertes generan grandes y extensas acumulaciones, las cuales al ser erodadas presentan anomalías topográficas denominadas "camino del viento". Aquellos vientos secantes que disminuyen las precipitaciones y aumentan la temperatura producen una rápida evaporación en los suelos arenosos que ofrecen una baja resistencia a la pérdida de agua, siendo transportados por el viento hacia el interior del continente.

Dependiendo de la direccionalidad de los vientos, existen diferentes modelos de sistemas dunarios. Se generan así los barjanes que poseen la mejor forma aerodinámica y los aklé, que corresponden a grandes filas de arenas longitudinales al viento, con lomas sinuosas determinadas por los vientos unidireccionales. Las variaciones de distancia de las migraciones de las dunas están dadas en cierta forma por la altura que éstas poseen. Los sistemas más altos migran más rápido que los bajos, del mismo modo, los sistemas más anchos lo hacen más rápidamente que los angostos, eso sí, variando según la condición local.

## 5.2. Tipos.



### Dunas de arena:

Es cualquier colina o acumulación de arena debida a la acción del viento. Las dunas pueden ser activas, o vivas, cuando por no existir vegetación están cambiando constantemente de lugar bajo la acción de las corrientes eólicas. Se dice que son inactivas o fijas cuando la cobertura vegetal impide el desplazamiento de las mismas.

Duna en medialuna o barján (también denominada barca, barkhan o barcana) se presenta aislada y vista en planta parece una medialuna con las puntas redondeadas; los cuernos de la duna apuntan la dirección del viento e indican el sentido de su movimiento; a barlovento la pendiente de la duna es suave ascendiendo por allí los granos de arena. La vertiente opuesta (sotavento), se denomina cara de deslizamiento y presenta una pendiente más acusada. Los granos de arena una vez que se hallan en la cresta de la duna, caen o se deslizan por la cara escarpada. Si la tormenta de arena es muy fuerte, se forma una “nube” en la cresta, se dice entonces que la cresta está humeando.

El proceso, que lleva a su formación es el siguiente: la arena comienza a acumularse a sotavento de algún obstáculo, como una pequeña colina, roca o matorral. Una vez que ha acumulado la suficiente masa de arena, comienza a moverse en la dirección del viento y a adoptar la forma de medialuna característica; por ello, tienden a agruparse en alineaciones que se mueven bajo la acción del viento a partir de una serie de obstáculos.

En aquellas áreas, en donde la arena es abundante y que cubre por completo el suelo, las dunas adoptan la forma de alineaciones a modo de “olas” separadas entre sí por pasillos a modo de canales y reciben el nombre de dunas transversales, dado que sus crestas tienden a formar un ángulo recto con la dirección del viento; cada una de estas alineaciones de arena posee una afilada cresta y son asimétricas, con pendiente suave a barlovento y abrupta a sotavento. Otras alineaciones de dunas transversales se sitúan paralelas a las playas que aportan abundante arena y que tienen vientos fuertes procedentes del mar.

**Dunas costeras:** Se forman al lado de las playas en las que existen grandes cantidades de arena y los vientos dominantes son los que soplan hacia la tierra; vista en planta, parece una herradura.

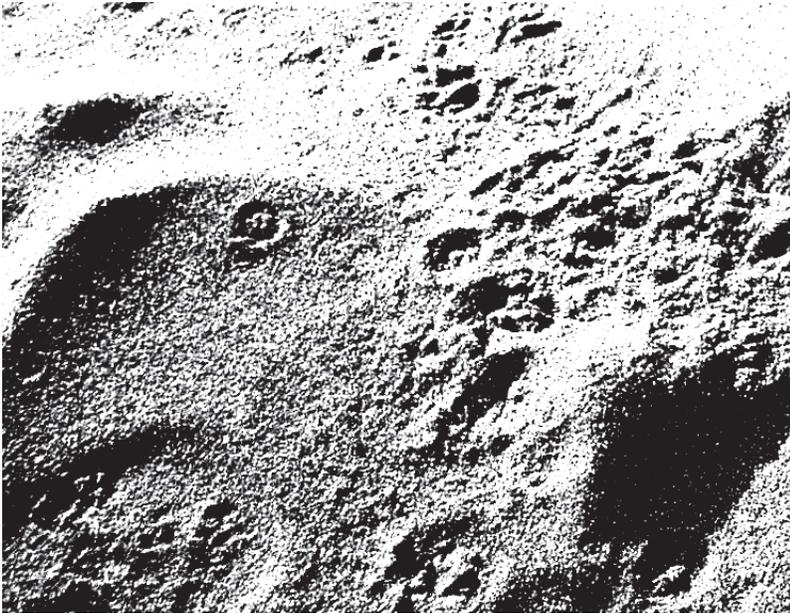
**Dunas parabólicas:** Se forman en áreas de llanuras y mesetas áridas, donde la vegetación es dispersa y los vientos son fuertes, desarrollándose a sotavento de las depresiones de deflación. La arena es retenida por pequeños arbustos y se acumulan en amplias alineaciones de escasa altura. Se caracterizan por no tener una pendiente fuerte y pueden permanecer relativamente inmóviles.

**Dunas en horquilla:** Es cuando la duna se mueve en la dirección del viento y los extremos de la parábola se transforman en largas y estrechas alineaciones paralelas

**Dunas longitudinales:** Denominada así porque se hallan alineadas paralelamente a la dirección del viento. Esto lo podemos observar en las mesetas y llanuras desérticas, donde la arena es escasa, pero los vientos son intensos en una dirección determinada. Se caracterizan por tener unos pocos metros de altura, pero pueden alcanzar varios kilómetros de longitud. También orientadas longitudinalmente con respecto a la dirección del viento, aunque no son verdaderas dunas, son las barras de arena, que son alineaciones largas, de crecimiento y de cresta afilada que se extienden en la dirección del viento a partir de algún obstáculo topográfico, tal como una colina que sobresalga de una llanura desértica. La arena se mueve por saltación, pasando por encima o alrededor del obstáculo y se deposita a sotavento, formando gradualmente la barra hasta que la zona de aire tranquilo queda rellena.

**Duna en espada e seif:** Que consiste en una enorme alineación arenosa cuya cresta va subiendo y bajando dando lugar a alternativos picos y gargantas y cuya vertiente están formadas por caras curvas. Estos pueden alcanzar unas pocas decenas de metros en altura y varios kilómetros de longitud

### 5.3 Desplazamiento/velocidad/granos-composición



#### Transporte de granos

En cuanto a la dinámica superficial a que están expuestas las arenas de las dunas, éstas poseen 3 tipos de transporte: saltación, arrastre y suspensión.

El principal movimiento es la saltación, cerca del 90% de los movimientos dunarios se producen por medio de este proceso. La dirección de caída vertical de las arenas es frenada por la resistencia del aire, si las partículas son muy grandes para comenzar este proceso, se trasladarán ligeramente por el choque, produciéndose minúsculas rupturas y pequeños desplazamientos. Existen 2 factores de los cuales depende la saltación: la velocidad del viento en superficie y el tamaño de las partículas. Un descenso en la velocidad del viento, generado por la presencia de cualquier obstáculo, provoca depositación; frenando a otras partículas ubicadas atrás de éstas, lográndose así que las arenas sean acumuladas.

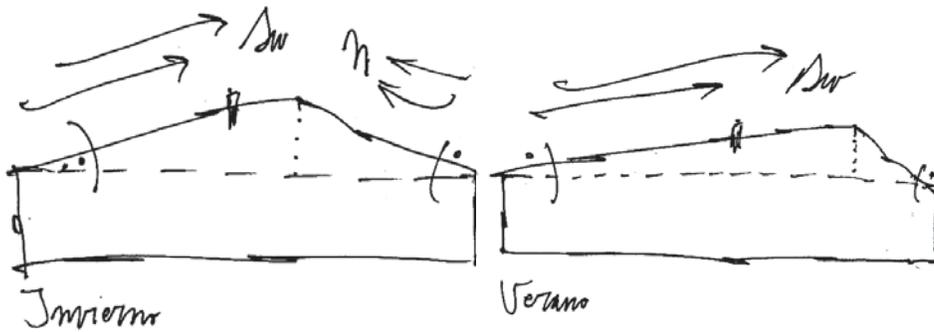
El arrastre es un doble proceso de saltación y arrastre superficial, la partícula es levantada casi verticalmente por diversas turbulencias, realizando una trayectoria oblicua, ya que por su peso tiende a caer y a rebotar según su elasticidad y estabilidad.

Ambos tipos de transporte generan fricción del aire con una superficie áspera. La energía liberada por estas acciones se disipa como calor.

El viento posee una acción selectiva, levanta sólo las partículas de menor diámetro que son la más fértiles y las traslada a enormes distancias, dejando en el mismo lugar a las más grandes que tienden a rodar por la superficie arrastrando consigo otras partículas. Un viento de 16 Km/hr es suficiente para poner en marcha a las arenas en pendiente. Si el viento aumenta de 24 a 34 Km/hr la cantidad de arena transportada aumenta 10 veces, y si el viento aumenta de 24 a 56 Km/hr la cantidad de arena transportada aumenta 100 veces.

Existen otros movimientos asociados al traslado de las partículas, como son la depositación (que se realiza a barlovento), la extracción (socavamiento en la parte frontal, media y alta), el desborde (en la parte inferior de la duna, en la cabeza y en las alas a sotavento), la atricción (desgaste de partículas por acción de otras partículas). Estos movimientos dependen de factores como el abastecimiento de las arenas, los vientos, las precipitaciones, la geomorfología y la vegetación.

#### 5.4. Dunas Ritoque/tamaños/orientación/movimiento



Esquema de pendiente de la duna y vientos en Invierno y en Verano



Dirección viento predominante SW y dirección del desplazamiento de las dunas

La duna posee un movimiento más o menos regular-estacional determinado por los vientos predominantes del sector. Debido a la dirección predominante en Ritoque del viento SW, las dunas avanzan hacia el Noreste .

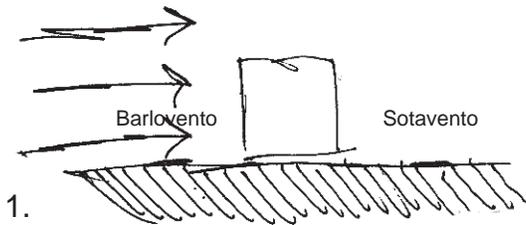
En la época de Invierno se suceden vientos contrarios, de orientación Norte que ocasionan un leve retroceso y mayor pendiente de la duna de la duna. Los granos de arena de la duna necesitan una velocidad aproximada de 12 km/h para comenzar a desplazarse. Granos un poco más grandes necesitan de velocidades de 15 km/h hacia arriba aproximadamente.

6. EXPERIMENTACIÓN CON OBJETOS/OBSTÁCULOS EN LA DUNA.  
Estudio, desde el dibujo, de las deformaciones producidas por el viento sobre la superficie de la duna a través de la oposición de distintos objetos.

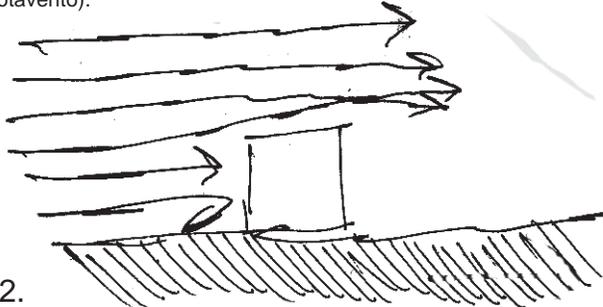
## 6. OBJETOS/OBSTÁCULOS

### 6.1. Desplazamiento-aceleración/barlovento-sotavento/sombra viento/planta-elevación

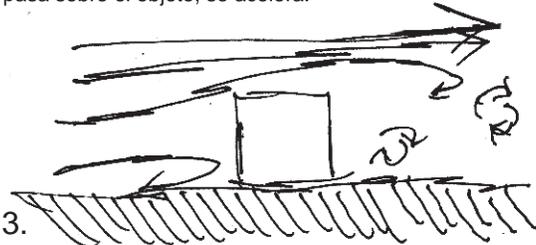
A.-Esquemas en elevación que muestran las deformaciones generales de un flujo de aire al enfrentarse con un objeto.



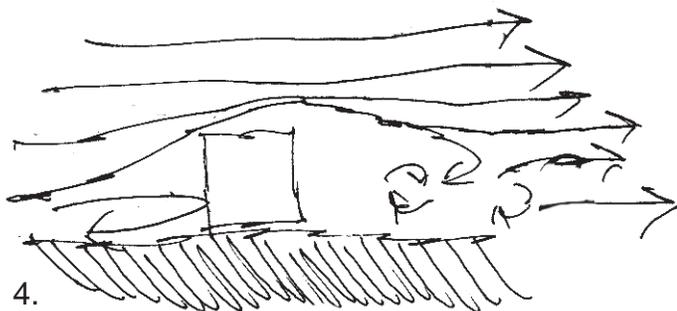
1. Un objeto posado en el suelo enfrentado a un flujo de viento. Reconocemos el frente donde pega el viento (barlovento), y la zona tras el objeto (sotavento).



2. El flujo es deformado al pasar por el objeto. Una parte del flujo choca y se devuelve (genera una turbulencia a barlovento), Otra parte se eleva y pasa sobre el objeto, se acelera.



3. El flujo que pasa sobre el objeto es acelerado al ser comprimido contra las capas superiores, se angosta el área de paso. Tras el objeto el flujo de aire se encuentra con un área mayor y baja rápidamente generando turbulencias a sotavento.

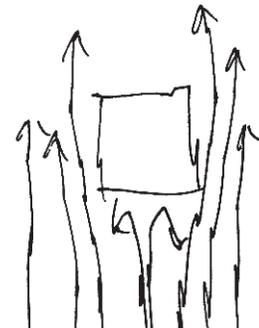


4. Luego de la deformación y a una distancia determinada el flujo recupera su velocidad y ordenamiento original.

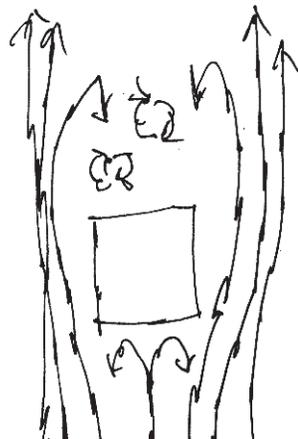
B.-Esquemas en planta que muestran las deformaciones generales de un flujo de aire al enfrentarse con un objeto.



1. Un objeto posado en el suelo enfrentado a un flujo de viento. Reconocemos el frente donde pega el viento (barlovento), y la zona tras el objeto (sotavento).



2. El flujo es deformado al pasar por el objeto. Una parte del flujo choca y se devuelve (genera una turbulencia a barlovento),



3. Otra parte pasa por los costados del objeto acelerándose al ser comprimido contra las capas laterales del flujo, se angosta el área de paso. A sotavento del objeto se producen turbulencias.

## 6.2. Experimentación objetos-duna/socavamiento-acumulación



### DESCRIPCION DE LA EXPERIMENTACION

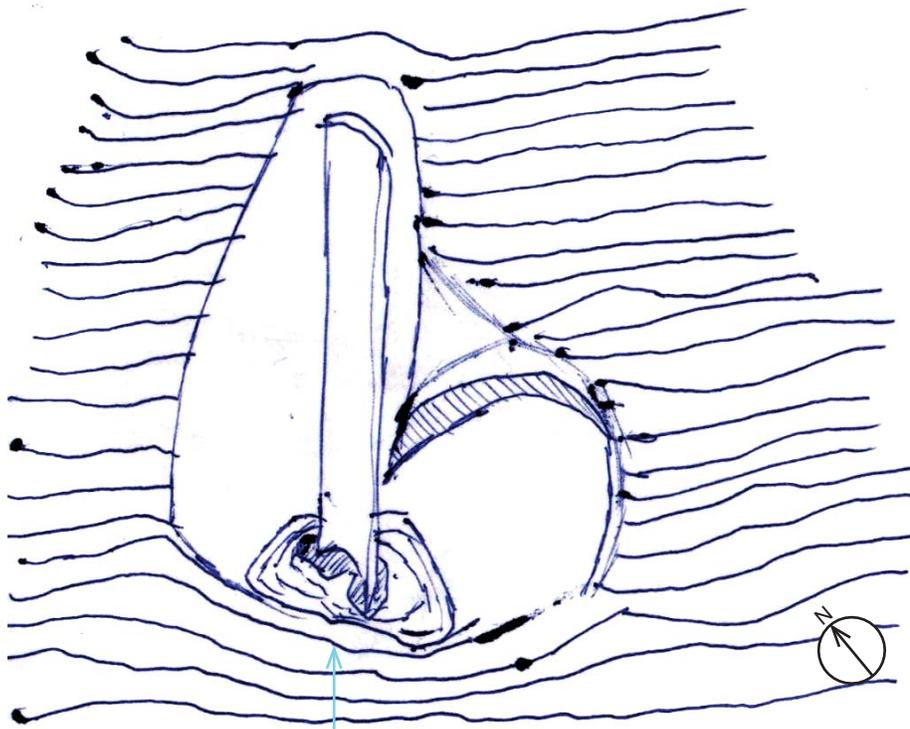
Se busca determinar ciertas hipótesis con respecto a la relación entre la forma de un objeto, la deformación del viento y el socavamiento particular que se produce.

Se sitúan diecisiete objetos en la cima dunar de los terrenos bajos de Ritoque. Se paretan de formas conocidas tales como el cilindro, la esfera, el cono y las cuales se van complejizando. Estos elementos están expuestos principalmente a los vientos del Norte y a los del SW y las intensidades fluctúan entre 0 y 40 km/h.

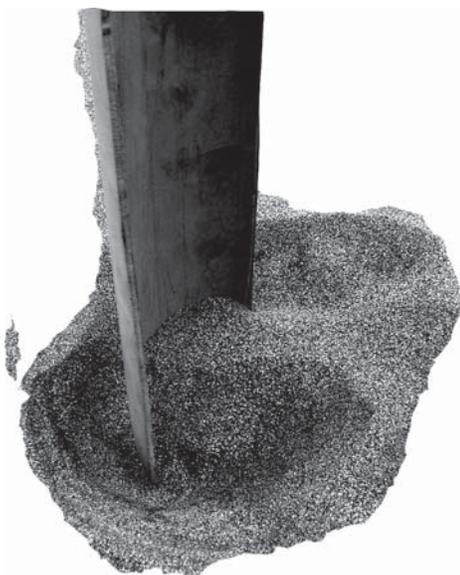
Se lleva un registro diario de la acción de estos objetos sobre la duna, a través de croquis, esquemas, medidas y fotos.

### Sobre el dibujo como lectura del viento:

La superficie de la duna actúa como receptora de la huella del viento, esto da la posibilidad de atrapar, desde el dibujo, su movimiento. Para el Arquitecto es un modo de encontrarse con el rastro visible de este elemento fugaz, un modo de comprender su acción en la extensión, generar preguntas, hipótesis y abrir un diálogo con otras disciplinas científicas.



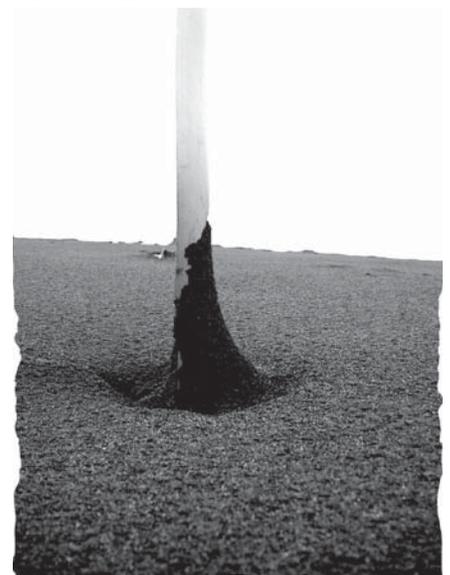
Encuentro de un socavamiento basal anterior, profundo, producido contra el lado cóncavo; y un socavamiento reciente, superficial y de gran longitud, contra el lado convexo de la caña en un suelo húmedo y duro producto de la lluvia.



Primera etapa. Socavamiento basal, viento moderado golpeando en la cara convexa, genera pequeñas elipses por ambos costados



Gran deformación de la base ocasionada por la suma de vientos contrarios, SW y N



Arena mojada adosada a barlovento, en la zona convexa

# 1 Caña Simple

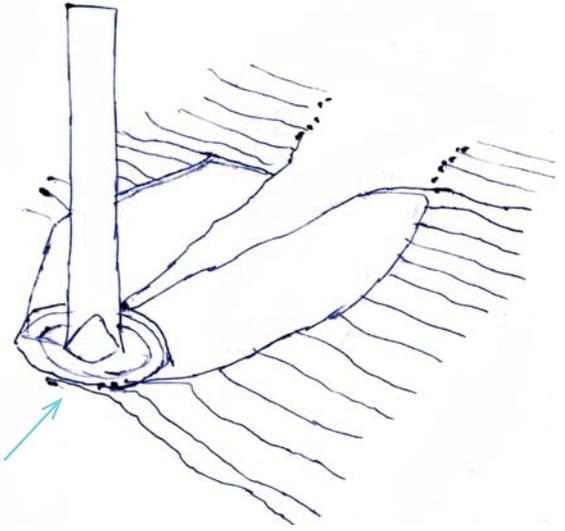
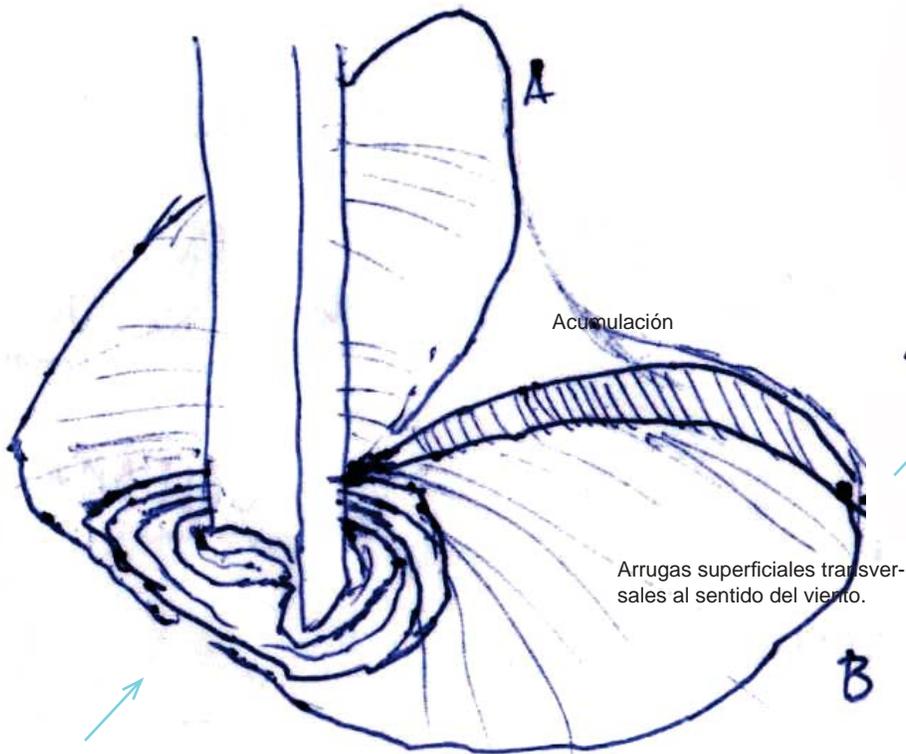
Caña de 65 cm de altura y 10 de ancho, posee una cara cóncava-convexa. Se utilizan dos cañas. Una orienta la cara convexa al viento SW y la otra al viento N

Vientos moderados contra la superficie cóncava de la caña construyen un socavamiento perimetral a la base

Acá se da un socavamiento más profundo. Con un aumento considerable de la velocidad del viento se forman dos estelas de gran longitud a sotavento.

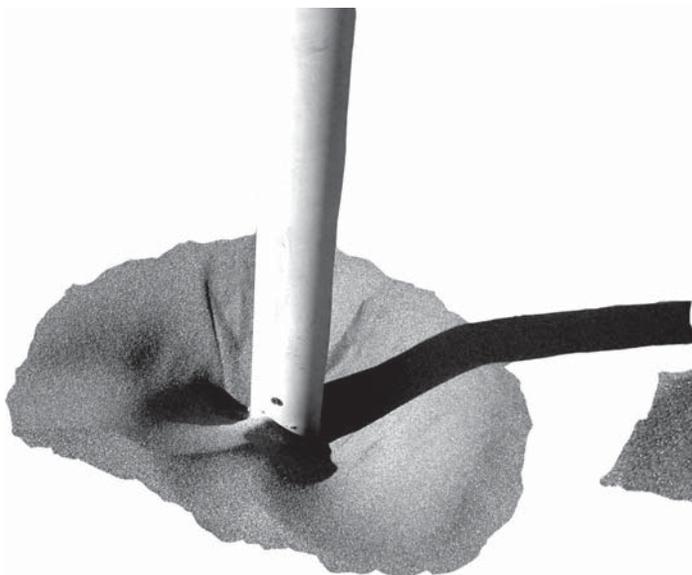
El lado cóncavo de la caña genera mayor arrastre ante el viento y como consecuencia un mayor socavamiento que se abre en dos estelas a sotavento

## elemento uno

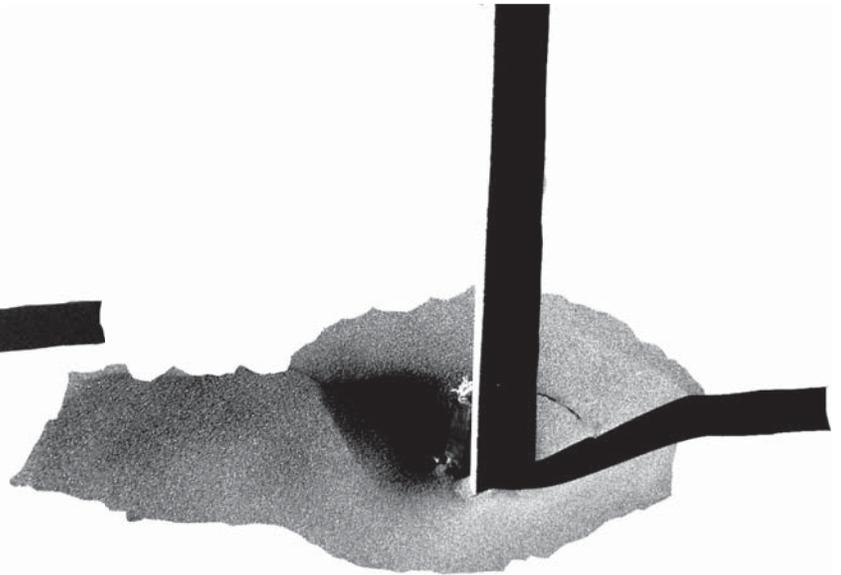


En el centro de la estela se produce una franja de acumulación de arena.

Al socavamiento original de la base, por el aumento de un viento que golpea en el lado cóncavo, se le generan dos estelas como barrido de arena superficial y una leve acumulación perimetral a la estela B y en el centro de ambas. .



Pequeña acumulación en el fondo del socavamiento



Acumulación fuera del perímetro del socavamiento

## 2 Cilindro

Cilindro de 70 cm de alto y diámetro 7,5 cm. El cilindro debido a su sección circular posee todas las orientaciones iguales.

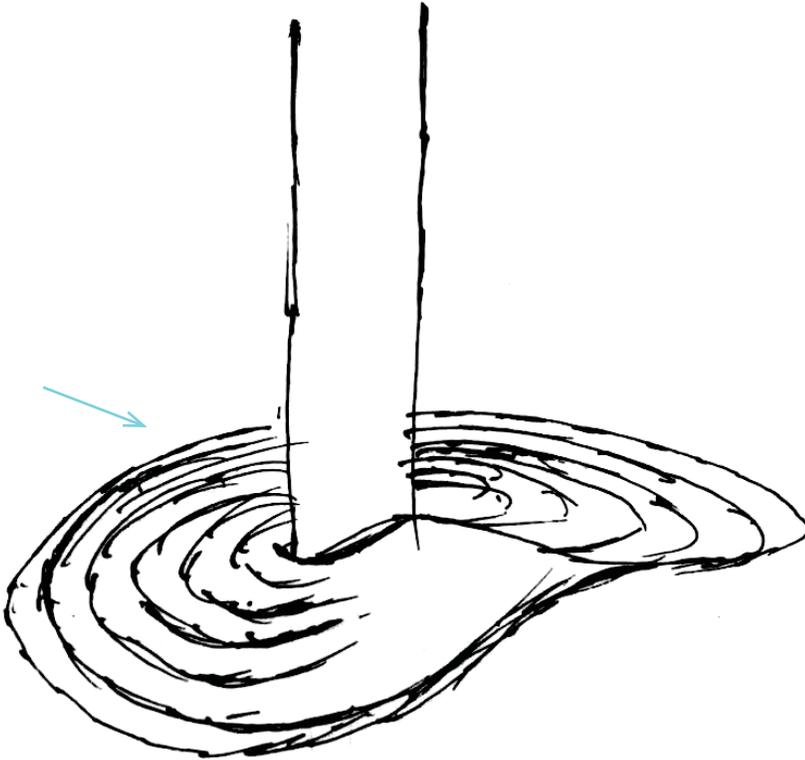
### SOCAVAMIENTO PERIMETRAL LEVE

El socavamiento es circular alrededor de la base, luego se va generando una pequeña acumulación a sotavento que lo divide en dos. Se expande a manera de elipses que van creciendo en la dirección del viento predominante.

Cuando el viento ha estado soplando en ambos sentidos (N y SW), el socavamiento tiende a volverse cada vez más circular, acumulando una pequeña cantidad de arena más gruesa a sotavento de la última dirección del viento.

Se logra una profundidad máxima de algunos centímetros la que es rellenada constantemente por los granos que se deslizan por la pendiente del socavamiento.

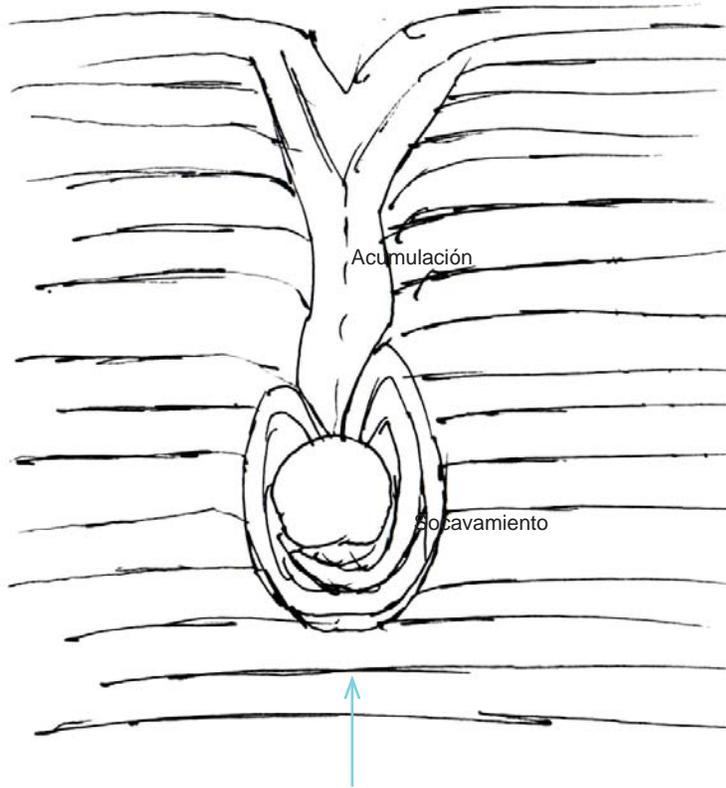
## elemento dos



Viento en una dirección. Socavamiento extendido y pequeña acumulación a sotavento.



Socavamiento circular roto y extendido hacia la dirección predominante.



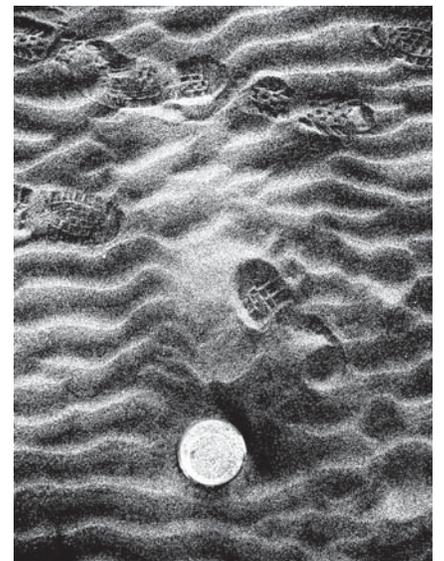
Deormacion producida por un viento dominante en una sola dirección.



Pequeña acumuñlación a barlovento con arena húmeda.



Socavamiento perimetral circular, provocado por la acción de vientos contrarios.



Estrias de la duna y deformación de estas a sotavento del cilindro con arena deositada.

# 3 Baldoza

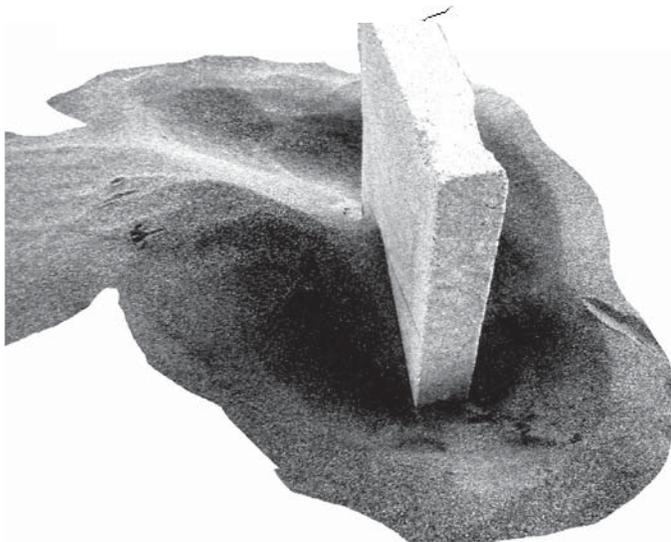
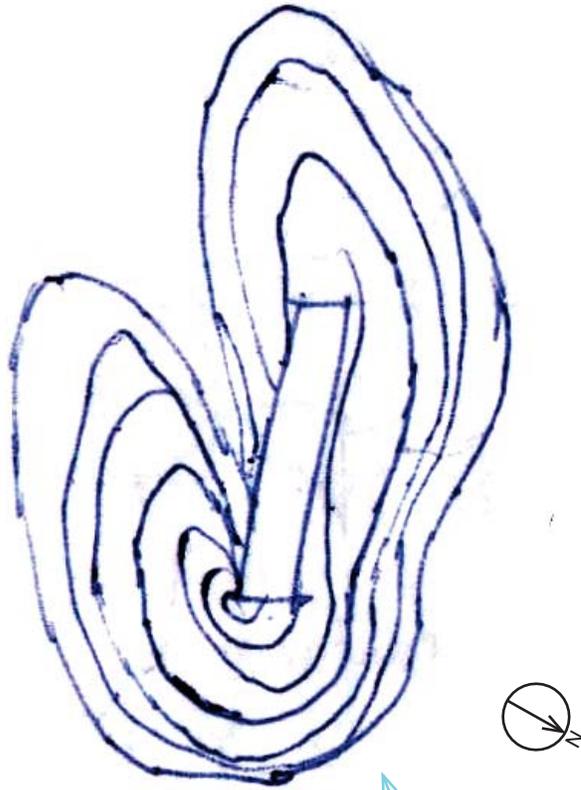
Baldoza de 19x18 cm. Orientada su sección mayor contra el viento Norte.

## DEFORMACIÓN EXTENDIDA DE LAS ARISTAS

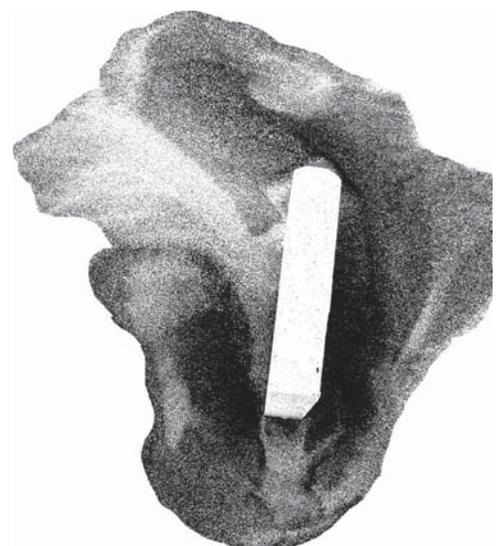
Los vientos predominantes la golpean diagonalmente.

La baldoza construye formas elípticas en la dirección del viento. La mayor profundidad del socavamiento se produce en la esquina inferior, donde golpea el viento NE. La menor profundidad se da en la esquina superior.

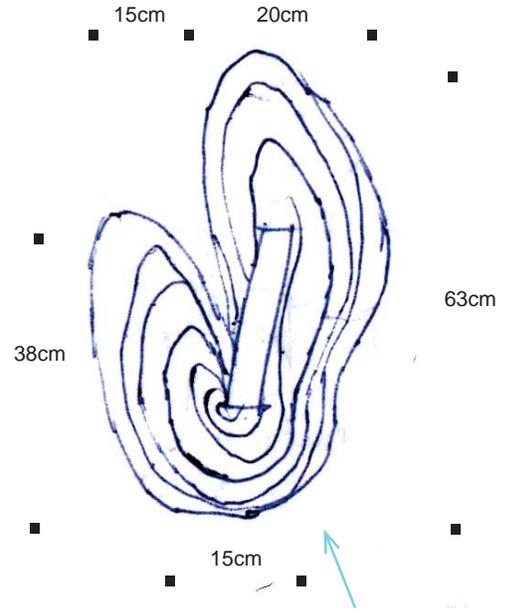
La superficie girada a la dirección predominante separa los flujos de aire por los costados de la baldoza, se produce una zona intermedia de acumulación a sotavento del objeto



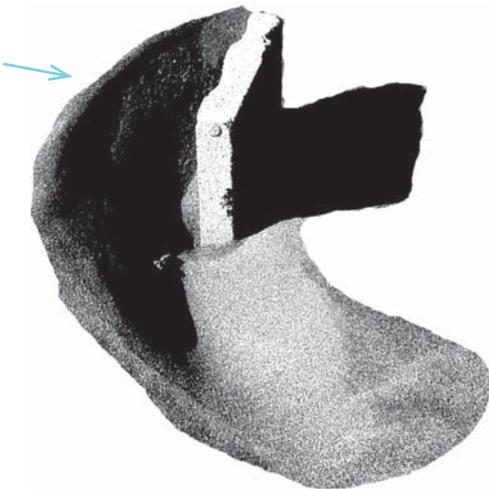
Arista inferior donde se produce la mayor profundidad,



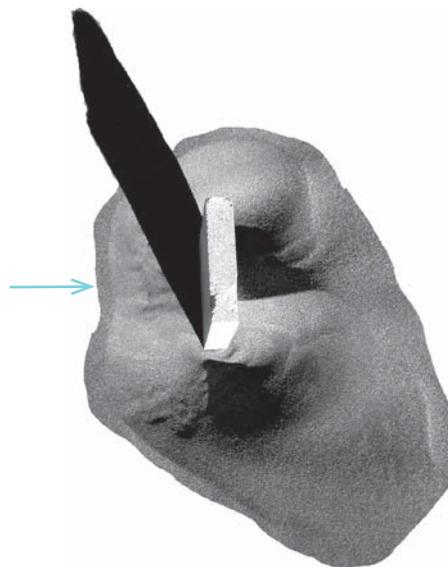
Expansión de las aristas a sotavento y zona intermedia de acumulación



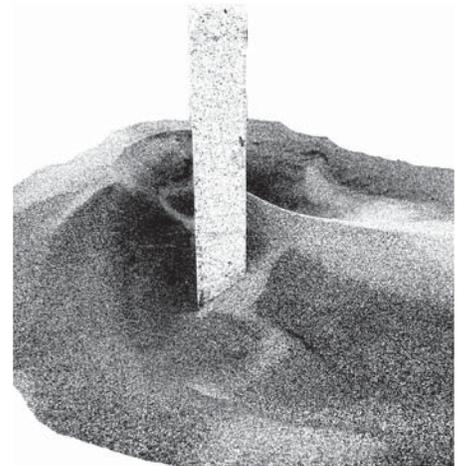
Planta esquemática del socavamiento



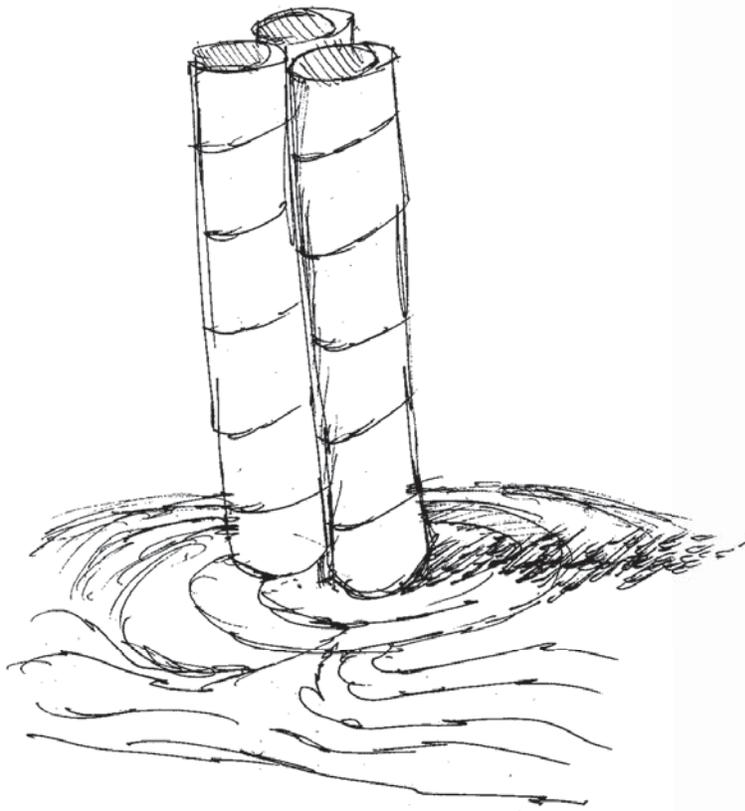
Socavamiento a barlovento de la baldoza.



Socavamiento perpendicular a la sección ancha de la baldoza



Acumulacion a sotavento de la baldoza.



## 4 Cilindro triple

Cuerpo de Tres cilindros de largo 60 cm y diámetro 8,5 c/u. Ancho arista mayor 17 cm.

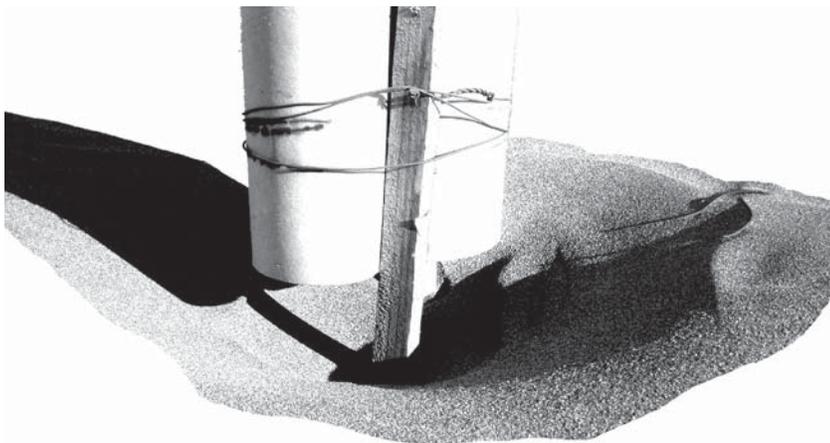
### SOCAVAMIENTO PERIMETRAL EXTENDIDO

El area del socavamiento se agranda en relacion a la suma de cilindros. Se expande hacia la direccion del viento, y se va volviendo mas regular al enfrentarse a vientos contrarios.

El socavamiento tiende a profundisarse, debido a una mayor extensión hay menos pendiente y rueda menos arena. Se socava hacia abajo a modo de cono.

La base es socavada hasta que el cilindro triple queda suspendido sobre la arena.

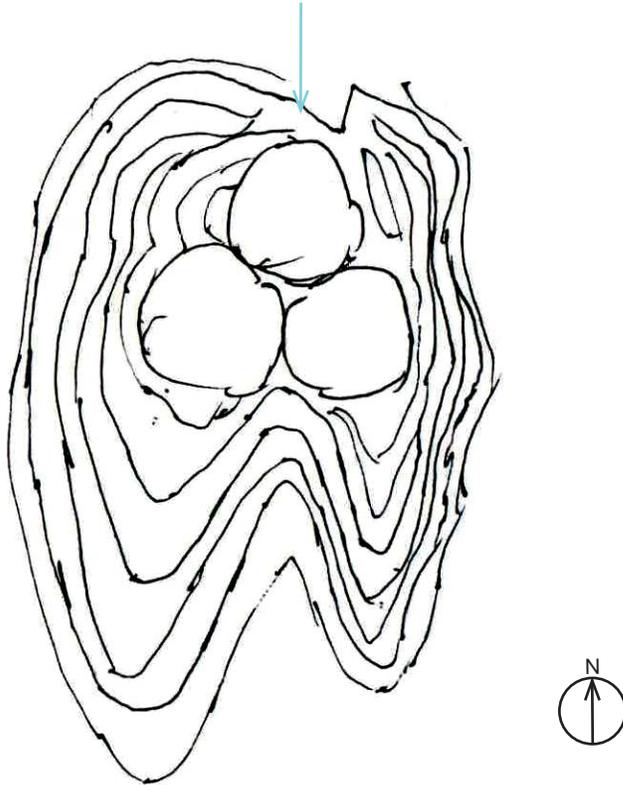
## elemento cuatro



La mayor extension del socavamiento crea una pendiente donde los granos no están tan dispuestos a caer al fondo por gravedad como en el caso del cilindro individual.



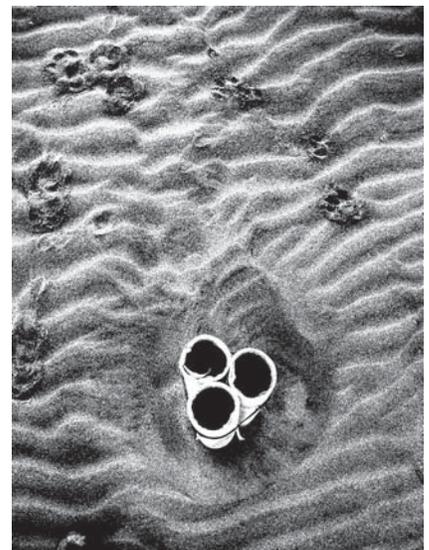
Socavamiento en una dirección predominante.



Expansión del socavamiento periferal a sotavento del cilindro triple.



Socavamiento profundo e igualado en todas direcciones por vientos contrarios.



Deformación de la arena y estrias cercanas al cilindro triple. Vista en planta.

# 5 Esfera

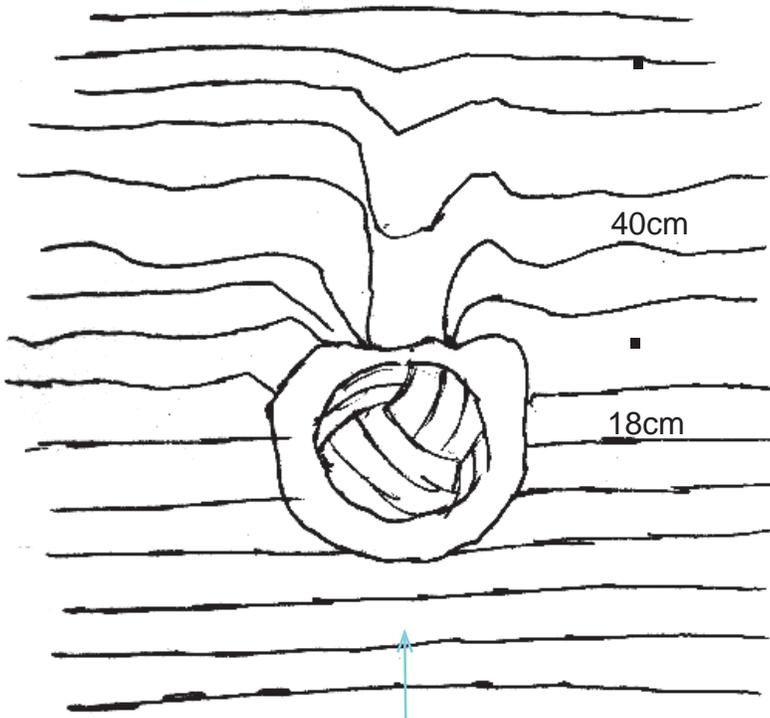
Cuerpo esférico de diámetro 18 cm, posado sobre la superficie de la duna, posee todas la orientaciones iguales.

## SOCAVAMIENTO SUPERFICIAL

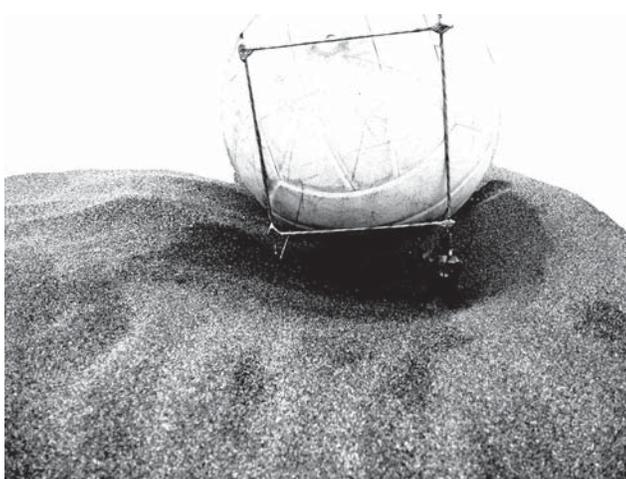
Debido a su forma mas aerodinámica que los objetos planos, la esfera no produce gran deformacion del viento al chocar contra su superficie. El viento va sacando la arena bajo ella hasta que logra pasar libremente. Se produce un socavamiento relativamente circular y de poca profundidad.

Se hace una segunda experimentación, se entierra la esfera hasta un poco mas arriba de la mitad. Se le opone al viento una superficie que llamaremos positiva porque no genera socavamiento en la duna.

## elemento cinco



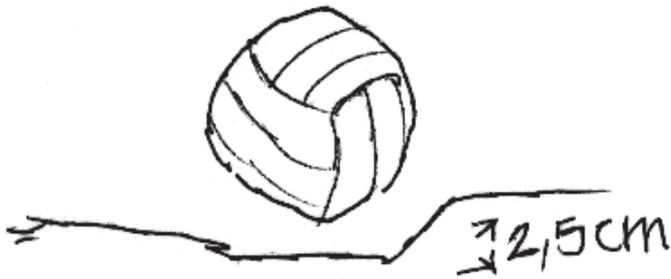
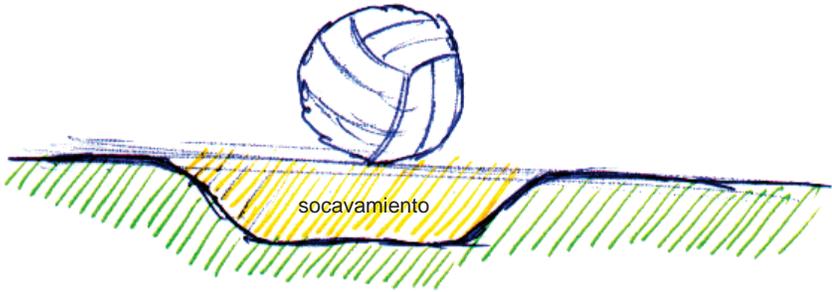
Deformacion de las estrías de la duna a sotavento de la esfera. Las estrías giran hacia adentro, hacia la zona de la estela turbulenta.



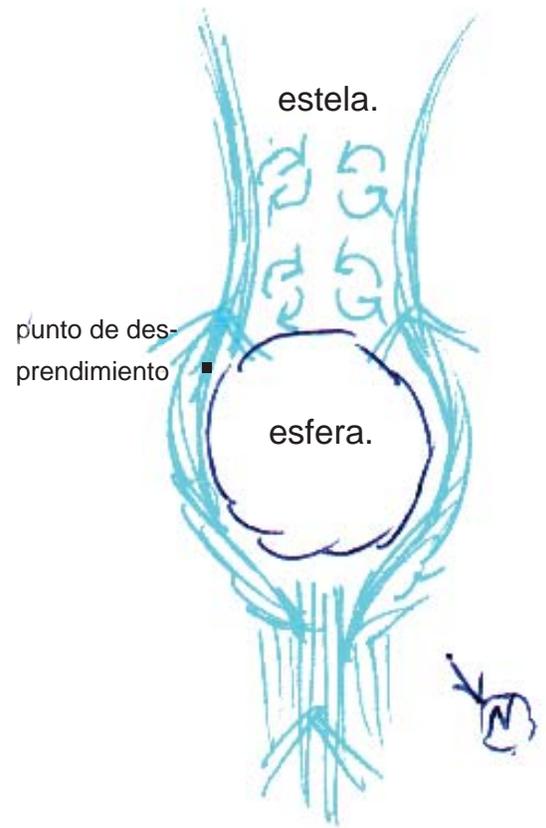
Maximo socavamiento producido por la esfera, esta queda suspendida sobre la arena.



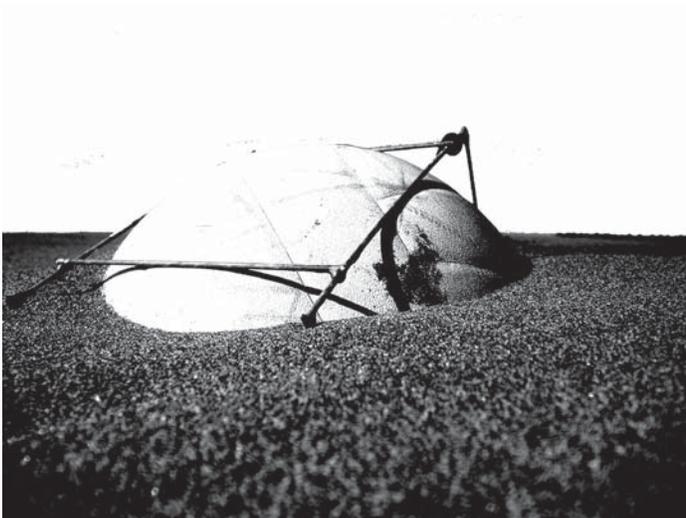
Esfera puesta sobre la duna dentro de un armazón de alambre fijo a unas estacas.



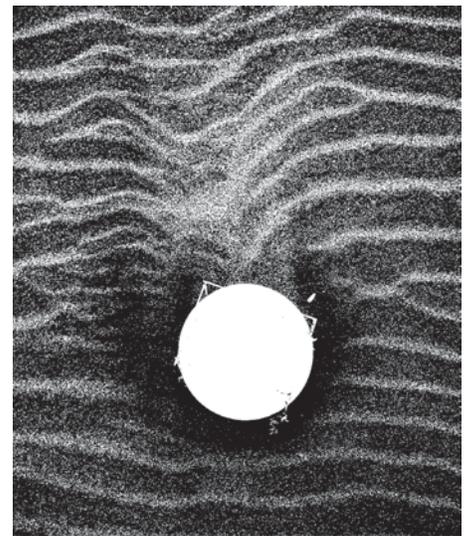
Pasa con la esfera que en un momento determinado el socavamiento se estanca. Construye un perímetro relativamente circular, sin extenderse significativamente hacia alguna dirección en particular. Socava hasta una profundidad determinada, para luego detenerse.



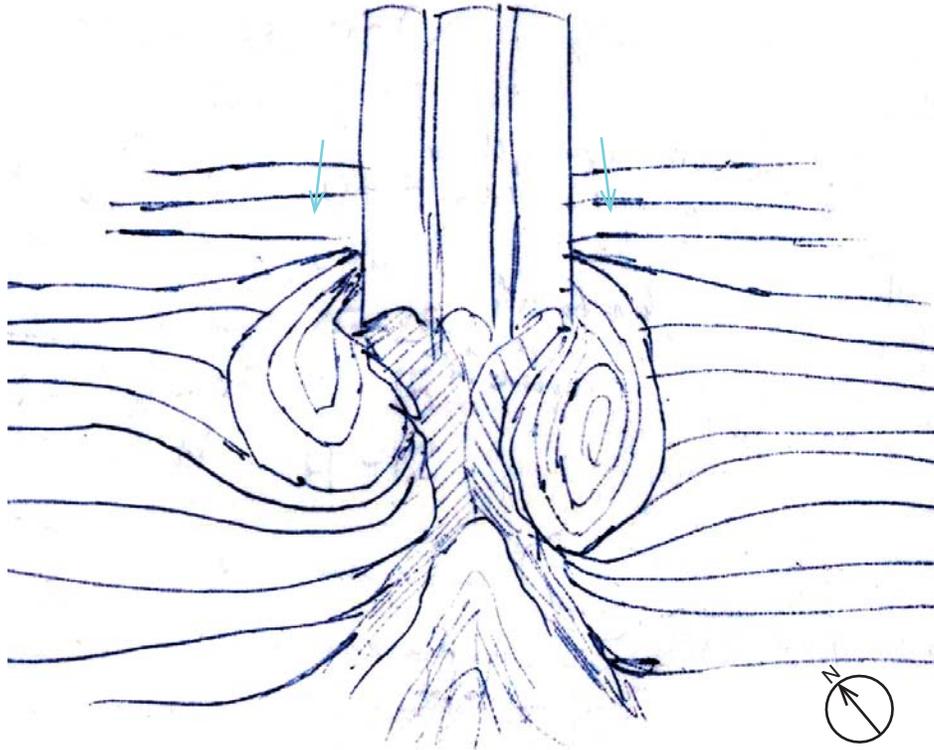
Esquema en planta de la deformación de un flujo de aire al chocar contra la superficie de una esfera.



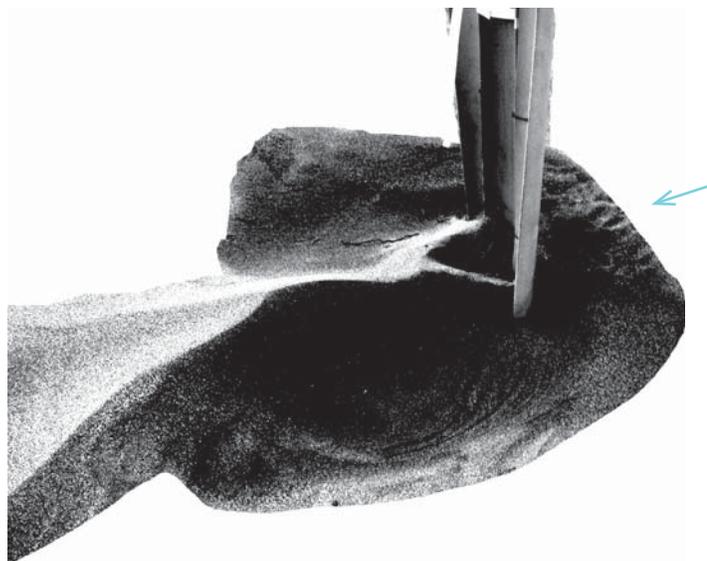
Superficie positiva. Al enterrar la esfera hasta un poco más de la mitad, esta no generaría socavamiento.



Deformación de la arena a sotavento de la esfera.



El elemento caña triple es el que ha producido la mayor expansión del socavamiento, al golpear el viento sobre su cara cóncava.



Línea central de acumulación de arena a sotavento del objeto

## 6 Caña triple

Cuerpo compuesto de tres cañas de alto 40 cm y ancho total 27 cm. Se orientan recibiendo el viento SW en su lado cóncavo.

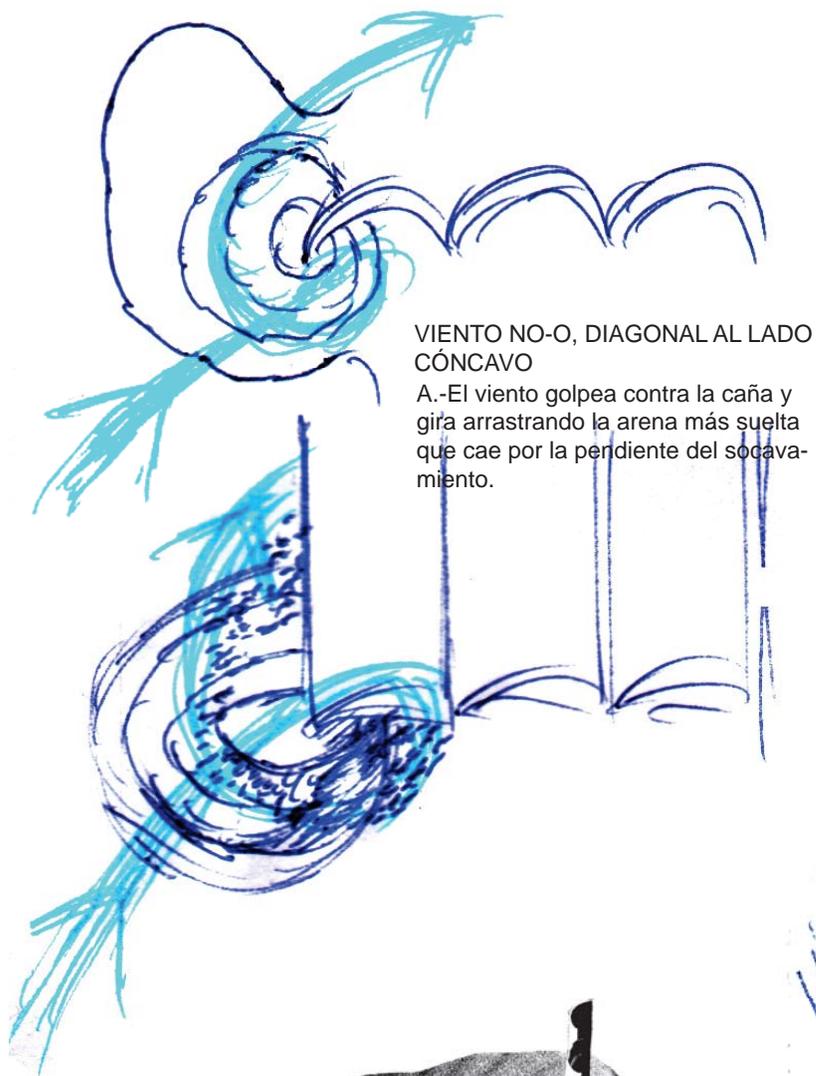
### DOBLE ELIPSE

El lado cóncavo produce una mayor oposición a los flujos de viento y un mayor socavamiento. Por la presencia de fuertes vientos del Norte también se pudo observar gran deformación de la duna a sotavento de la cara convexa. El socavamiento se expande por ambos costados del objeto a manera de dos elipses en cuyo centro está la zona más profunda. En la zona media se genera una gran línea de acumulación.

## elemento seis

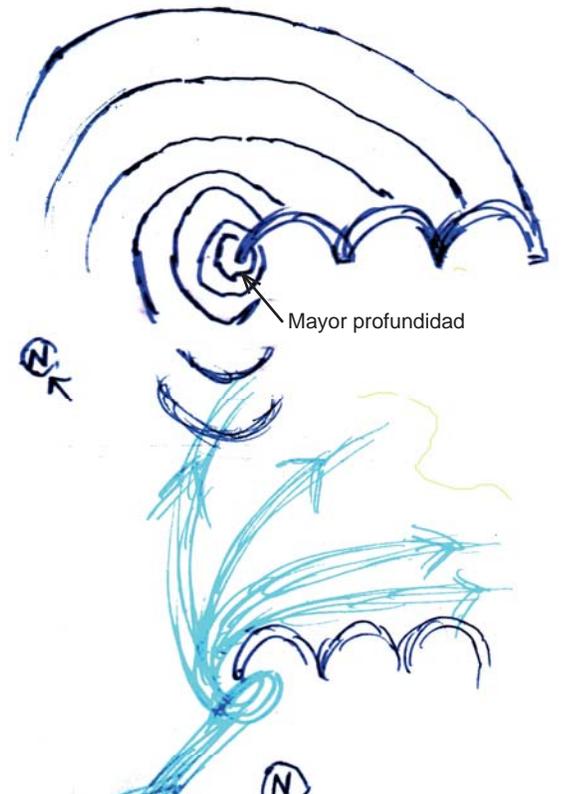


Expansión del socavamiento a manera de elipses, con viento golpeando en la cara convexa del objeto.



VIENTO NO-O, DIAGONAL AL LADO CÓNCAVO

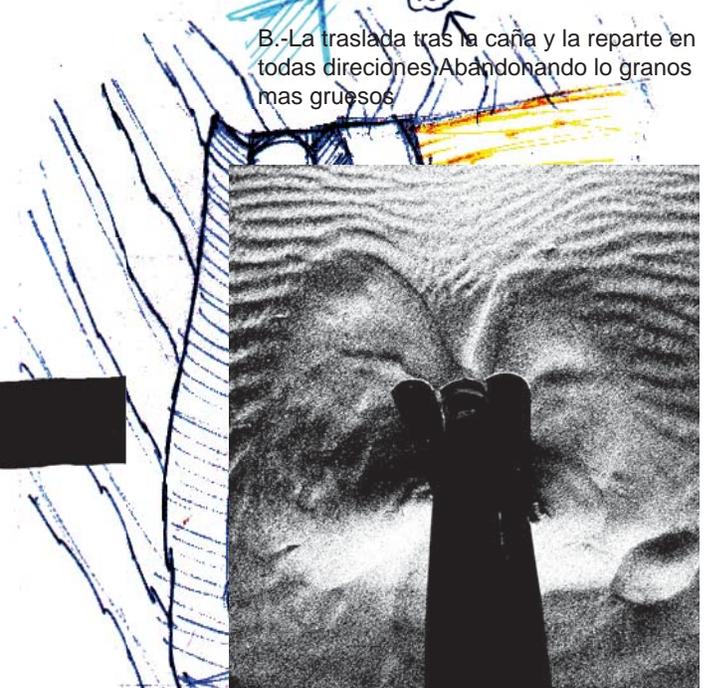
A.-El viento golpea contra la caña y gira arrastrando la arena más suelta que cae por la pendiente del socavamiento.



B.-La traslada tras la caña y la reparte en todas direcciones. Abandonando lo granos mas gruesos



Extensión superficial del socavamiento con viento golpeando en la cara cóncava del objeto.



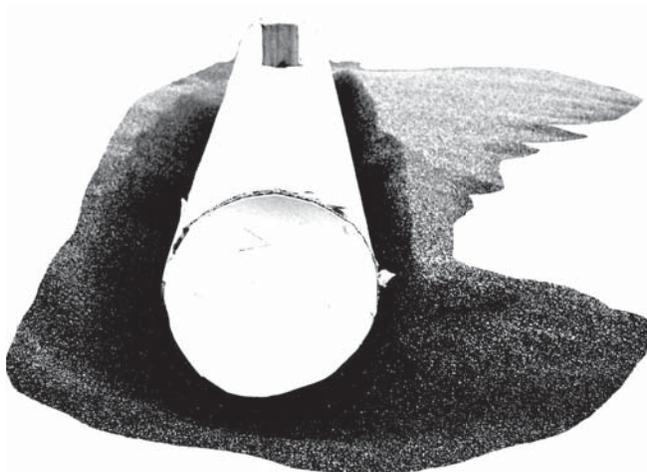
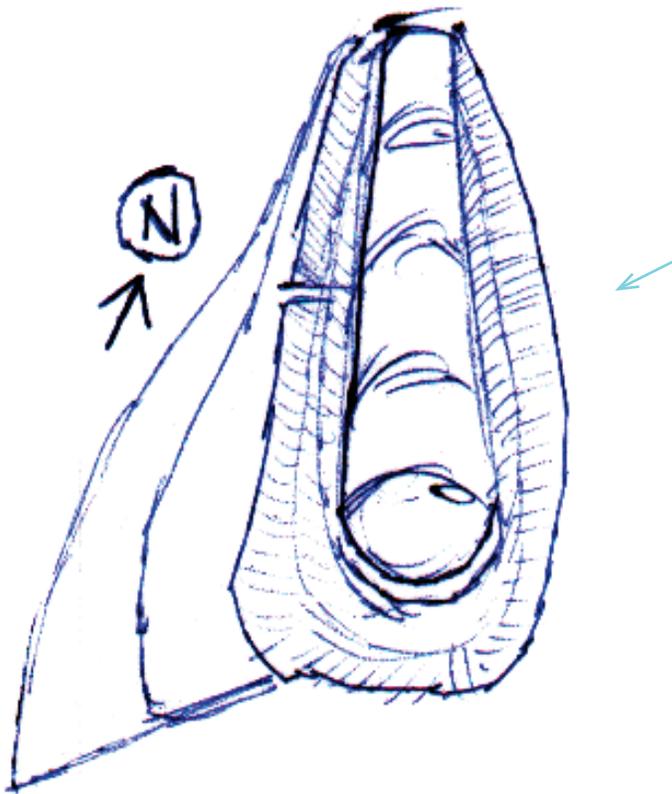
Gran deformación . A un socavamiento mas antiguo y profundo producido por vientos NE se le suma otro más reciente, extendido y superficial, provocado por viento SW golpeando contra la cara cóncava del objeto.

# 7 Cilindro horizontal

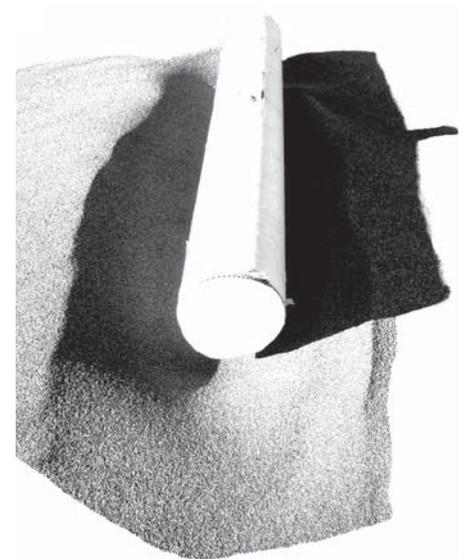
Cuerpo cilíndrico de largo 60 cm y diámetro 8,5 cm. Se orienta transversal al viento SW.

## SOCAVAMIENTO LONGITUDINAL

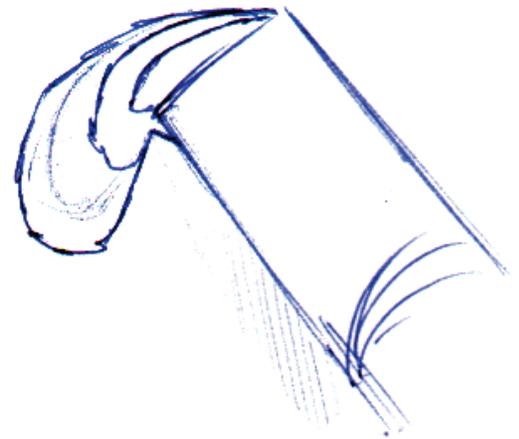
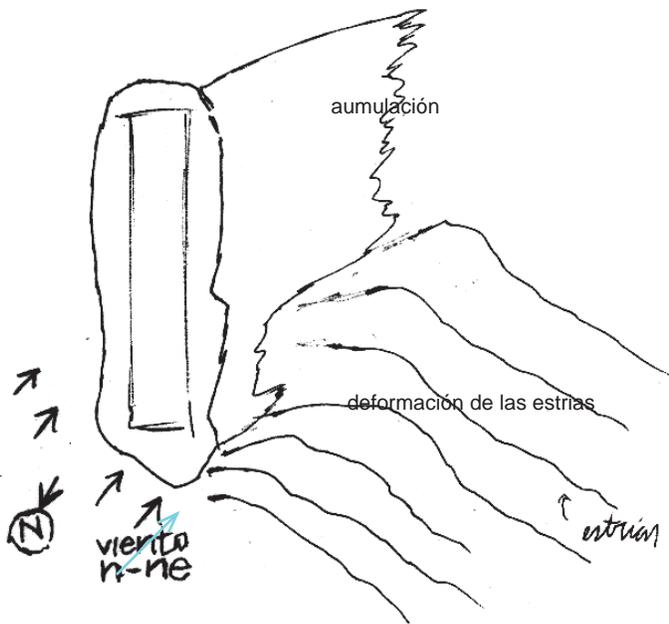
El socavamiento del cilindro comienza por sus extremos, En un primer momento acumula arena en todo su largo a sotavento. Cuando el viento socava y comienza a pasar por debajo, se va llevando la arena. Los vientos transversales tienden a igualar el socavamiento a ambos lados del cilindro. Cuando el cilindro se encuentra suspendido a una cierta altura deja de socavar, ya que permite el libre paso de la estela de viento.



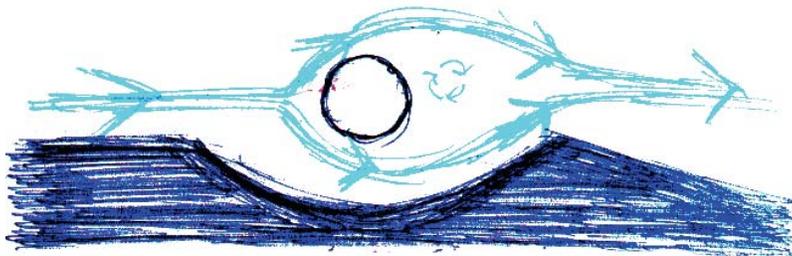
Viento golpeando diagonalmente genera un extremo de mayor socavamiento y una zona de deposición de arena hacia el extremo contrario.



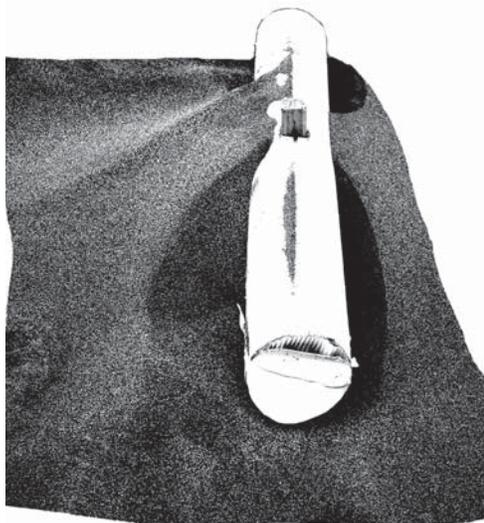
Cilindro suspendido sobre la duna, el socavamiento ha sido igualado hacia ambos sentidos.



En los extremos, donde termina la sección del cilindro, aparecen los primeros indicios de socavamiento.



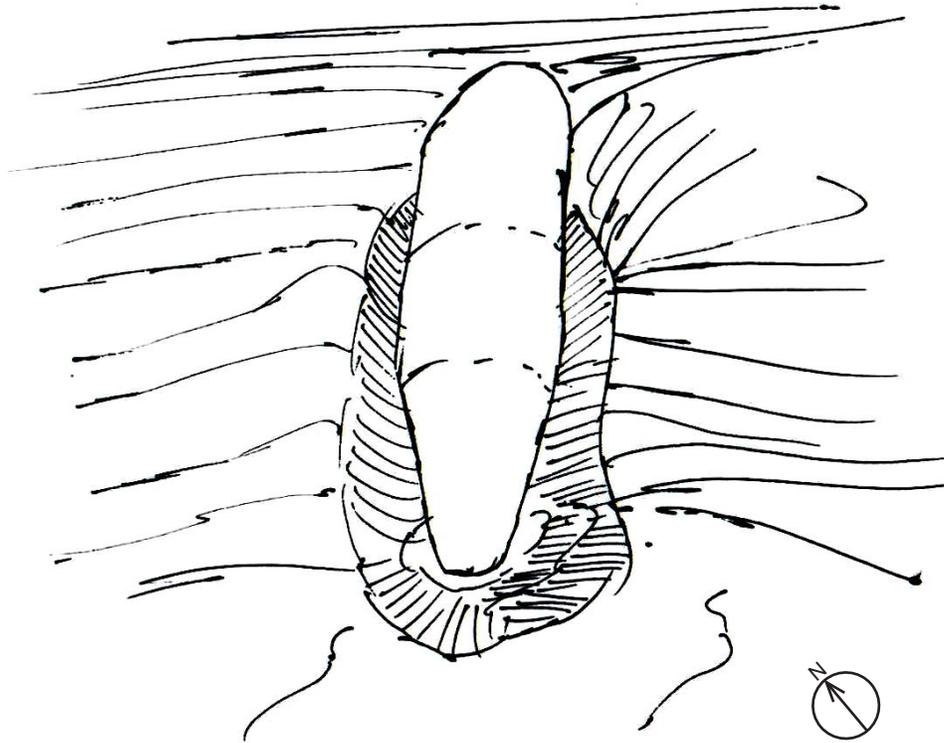
Cuando el cilindro se encuentra suspendido a una cierta altura deja de socavar, ya que permite el libre paso de la estela de viento.



El viento va oradando los extremos hacia afuera hasta que consigue pasar por debajo del cilindro.



Deformación de la duna sotavento del cilindro. Hay una zona central donde se acumula arena, la cuál va siendo barrida desde los extremos.



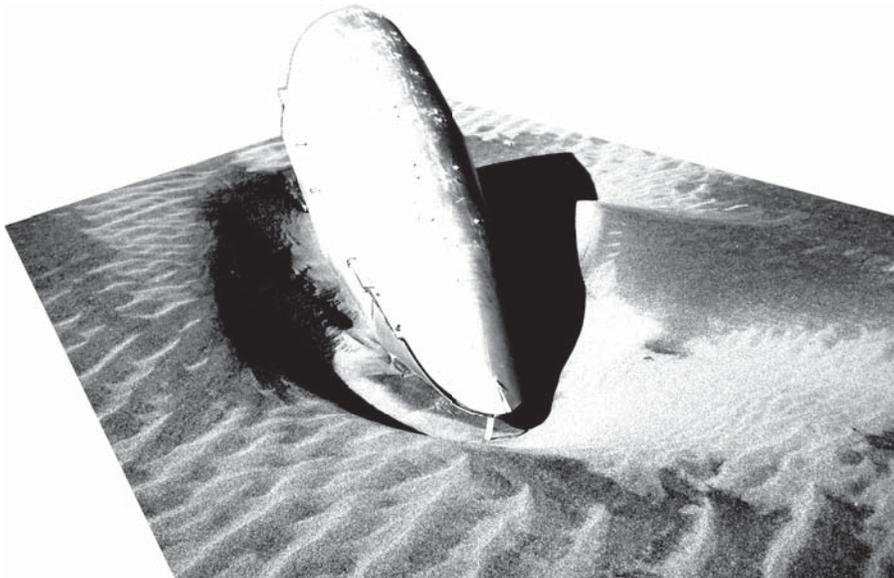
## 8 Bala

Cuerpo de cabeza fusiforme a manera de bala. Ancho 40 cm, alto 60 cm y largo 160 cm. Se orienta enfrentado hacia el viento SW.

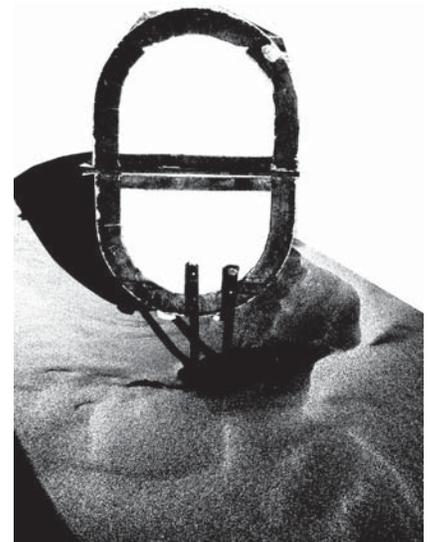
Este cuerpo está pensado para la acción de los vientos frontales, estos socavan levemente en relación a las grandes dimensiones del cuerpo.

Los vientos laterales socavan drásticamente el fondo. La zona más afectada es la trasera, el término de la sección. El objeto queda suspendido.

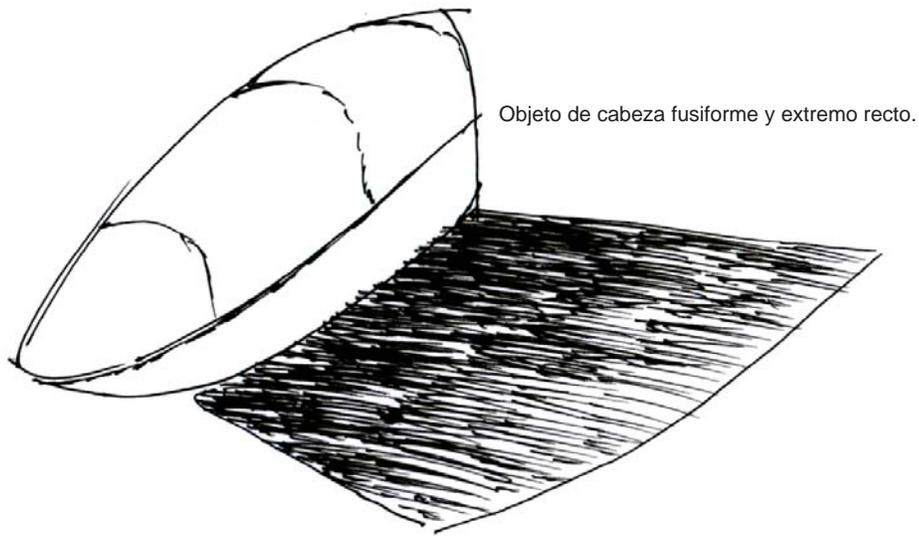
## elemento ocho



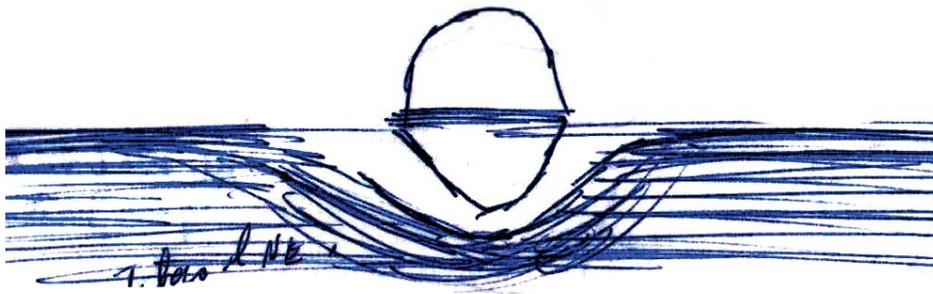
Gran deformación perimetral y frontal producida por el objeto.



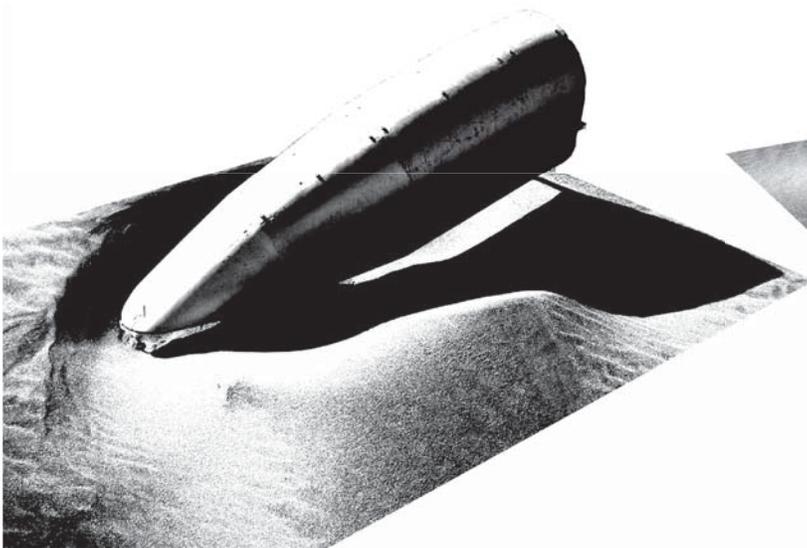
Socavamiento en la zona posterior del objeto.



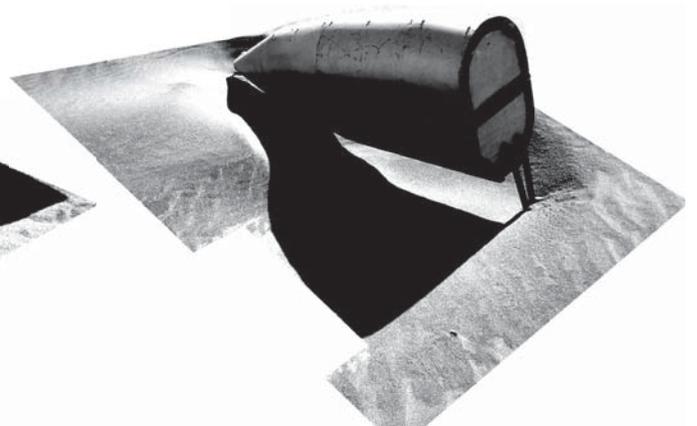
Objeto de cabeza fusiforme y extremo recto.



Esquema de corte que muestra la suspensión del objeto sobre la duna



El objeto queda apoyado en su punta y suspendido en su zona posterior.

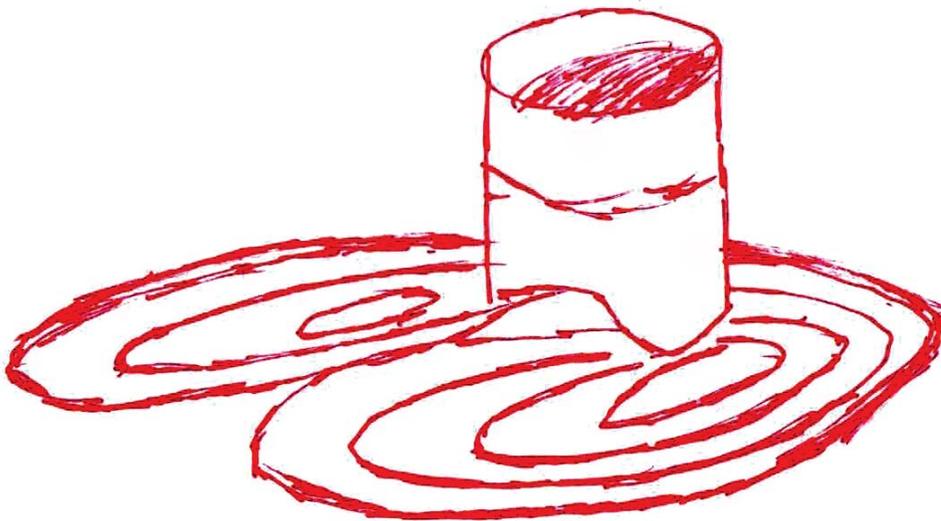


Socavamiento bajo el objeto producido por vientos laterales. .

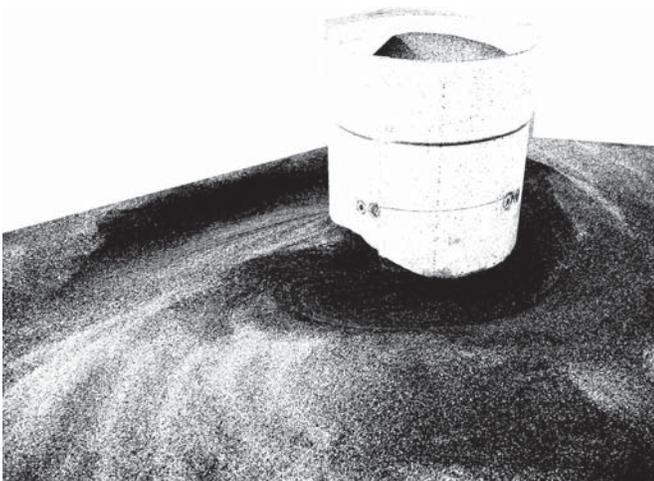
# 9 Cilindro 2

Cuerpo cilíndrico de 45 cm de alto y 26 cm de diámetro. Posee todas las orientaciones iguales.

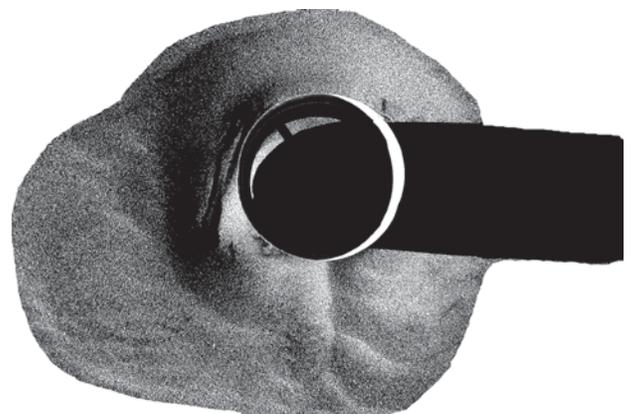
Se produce un socavamiento perimetral que se extiende a manera de elipses por los lados del cilindro. Este tiende a juntarse a sotavento dejando una pequeña separación que corresponde a una línea de acumulación de arena. Las elipses centrales, más pequeñas son las zonas de mayor profundidad. Con la influencia de vientos contrarios el socavamiento se vuelve circular.



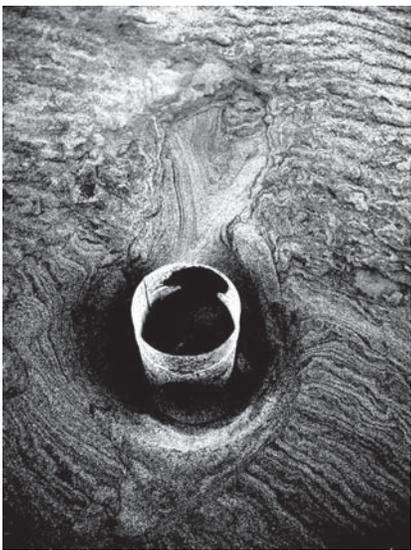
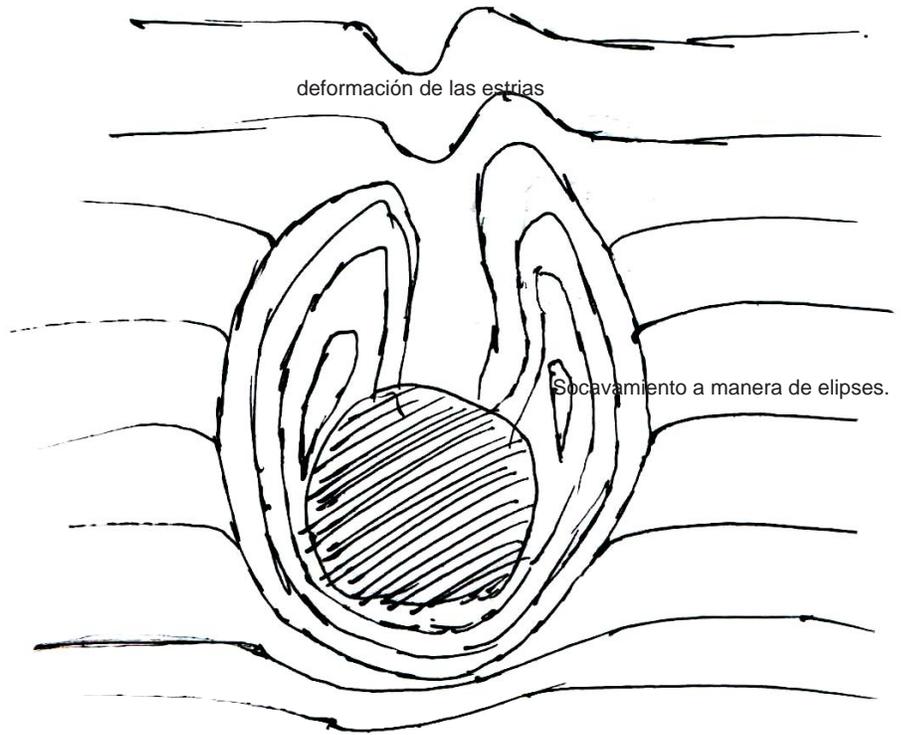
## elemento nueve



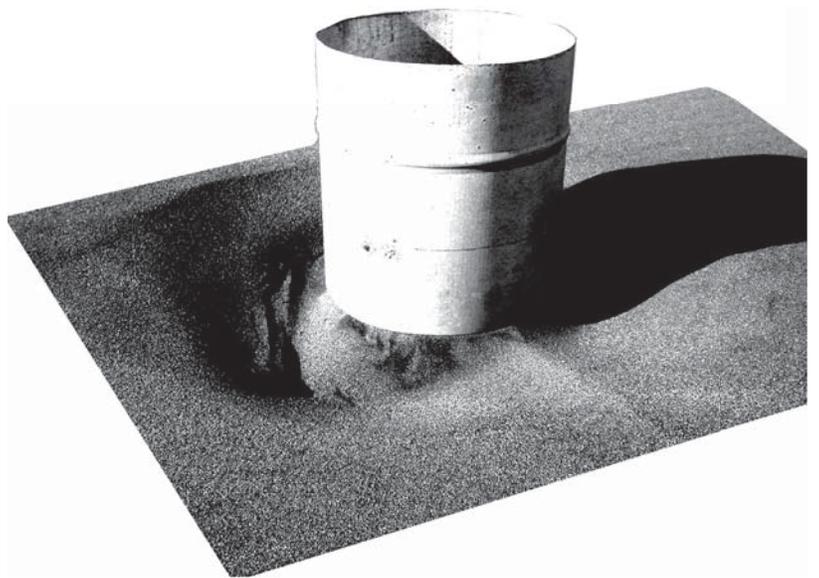
Dos elipses laterales y acumulación central.



Vista en planta. Área de influencia relativamente circular



Deformación circular alrededor del cilindro.  
 Arena dura, apisonada, producto de la lluvia.



Se forma un montículo en la base que sostiene el cilindro.

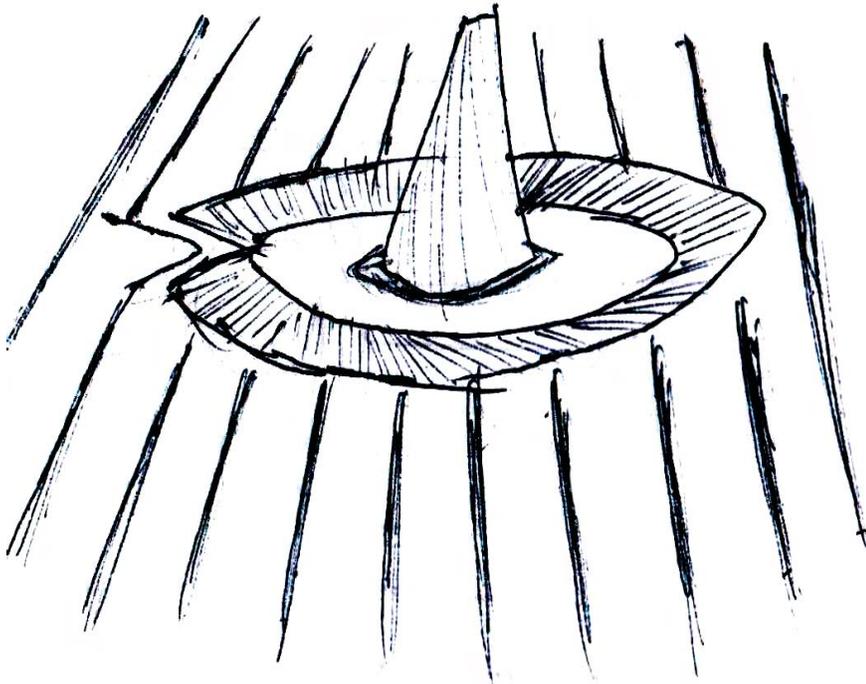
# 10 Cono

Cono de 21 cm de altura y 12 cm de diámetro. Posee todas las orientaciones iguales.

## SOCAVAMIENTO AFINADO

El socavamiento del cono es relativamente superficial y de poca extensión. Esto es producto de la disminución de su sección hacia arriba, por lo que va generando cada vez menos oposición a los flujos de aire.

Más que socavamiento el cono genera una zona de influencia donde transforma las arenas perimetrales

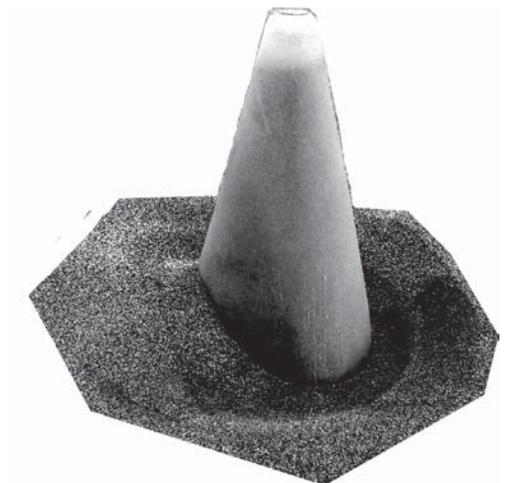


El cono produce una deformación superficial más o menos circular que se afina en dirección del viento predominante.

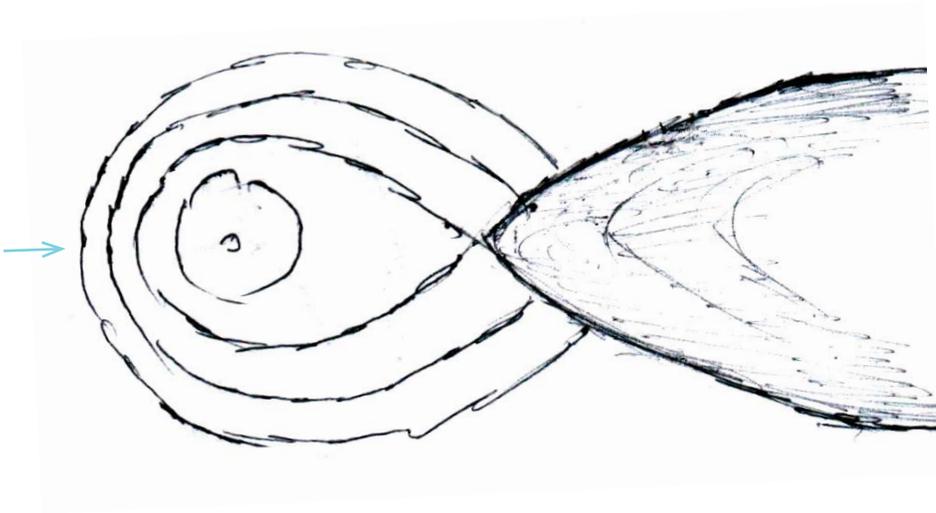


Acumulación de arena húmeda a barlovento del objeto.

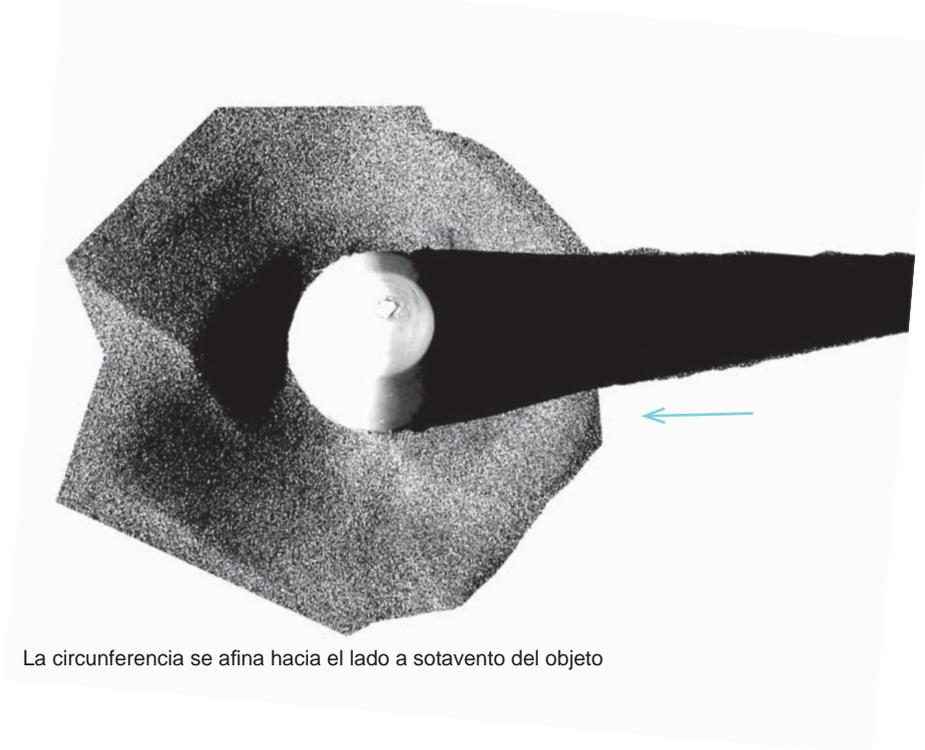
## elemento diez



Socavamiento perimetral a barlovento y acumulación a sotavento.



A barlovento se produce, pegada al cono, una figura a circular que se va afinando y extendiendo a sotavento del objeto.



La circunferencia se afina hacia el lado a sotavento del objeto



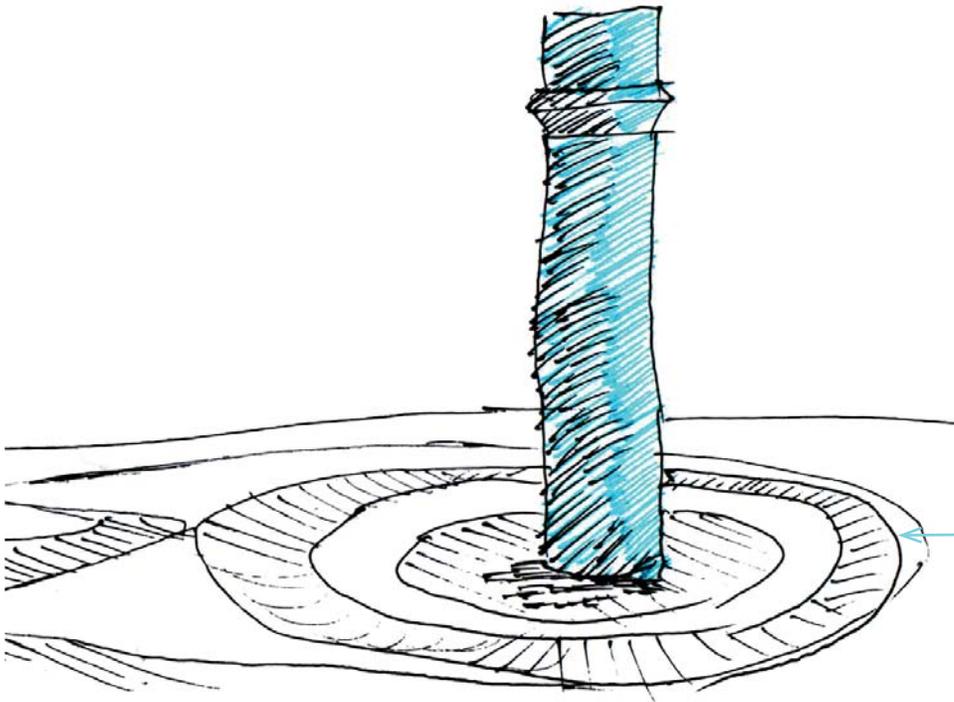
Socavamiento circular construido por vientos contrarios.

# 11 Tubo

Tubo de diámetro 13 cm. y alto 60 cm.  
Posee todas las orientaciones iguales.

El tubo construye un socavamiento circular sin extenderse mayormente, se reconoce la acción del viento predominante en una leve estela que genera hacia esa dirección.

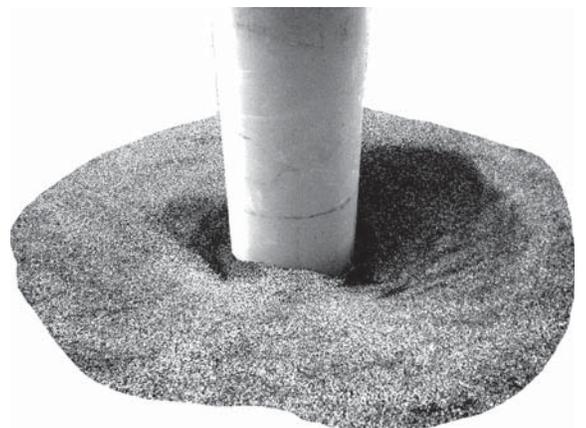
El socavamiento no logra gran profundidad debido a que su propia pendiente hace caer los granos y a la leve resistencia que genera la superficie del tubo.



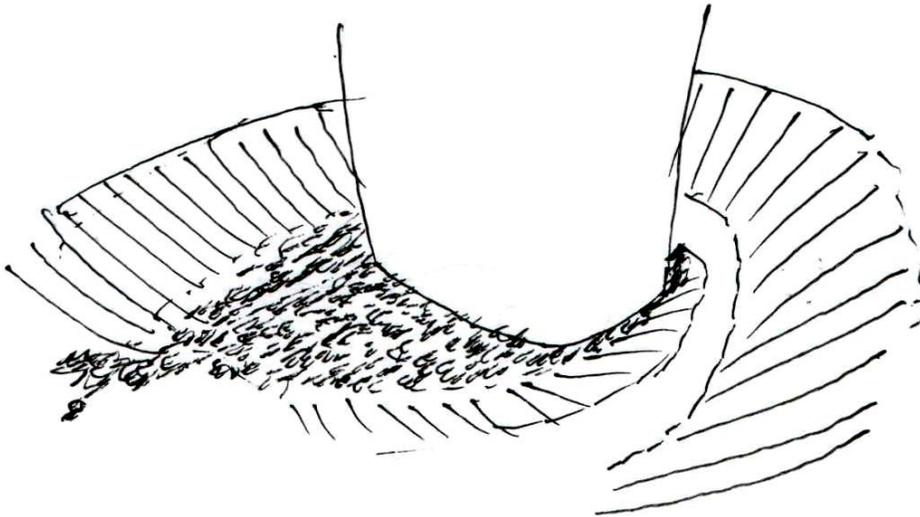
## elemento once



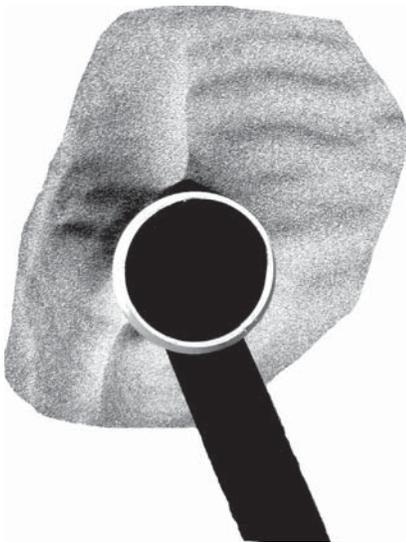
Socavamiento relativamente perimetral que no permite mayor profundidad por la pendiente.



Acentuación del socavamiento a sotavento del objeto



En la zona más profunda van quedando depositados los granos de arena más pesados



Área de deformación del tubo. Vista en planta.



Extensión del socavamiento aen la dirección del viento predominante.

# 12 Tabla suspendida

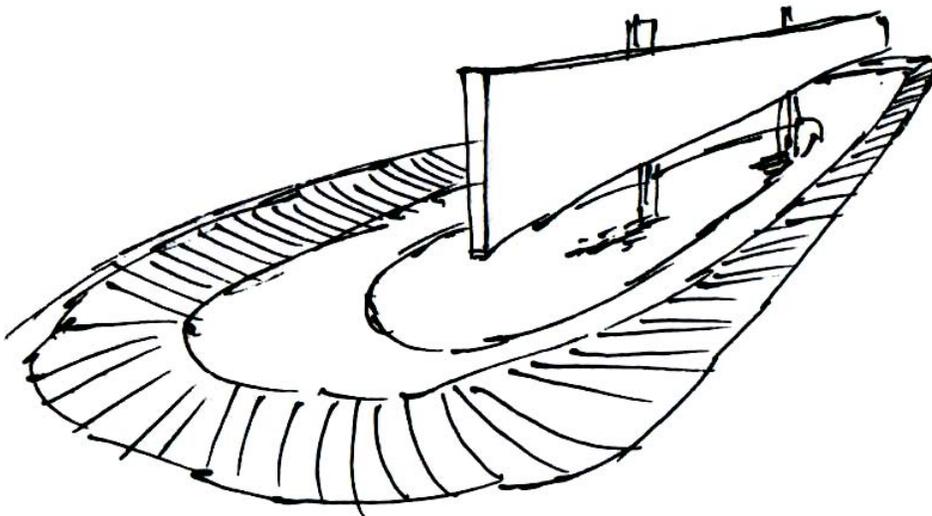


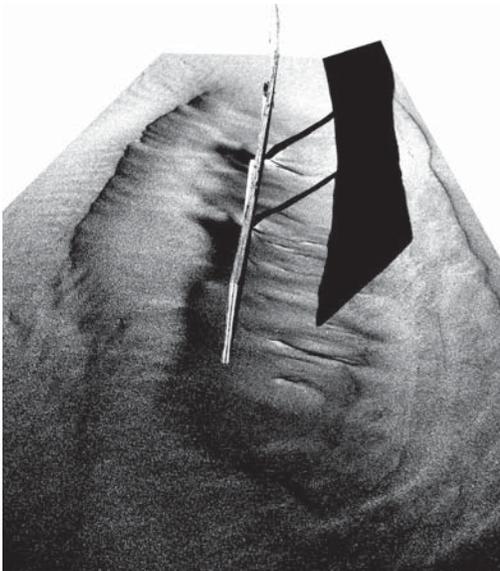
Tabla de 20 cm de ancho por 220 cm de largo; suspendida 10 cm sobre la duna. Se orienta transversal a los vientos del SW.

La tabla suspendida ofrece una superficie plana a los vientos dominantes del SW. Esta crea un gran desplazamiento de los flujos de aire al golpear perpendicularmente.

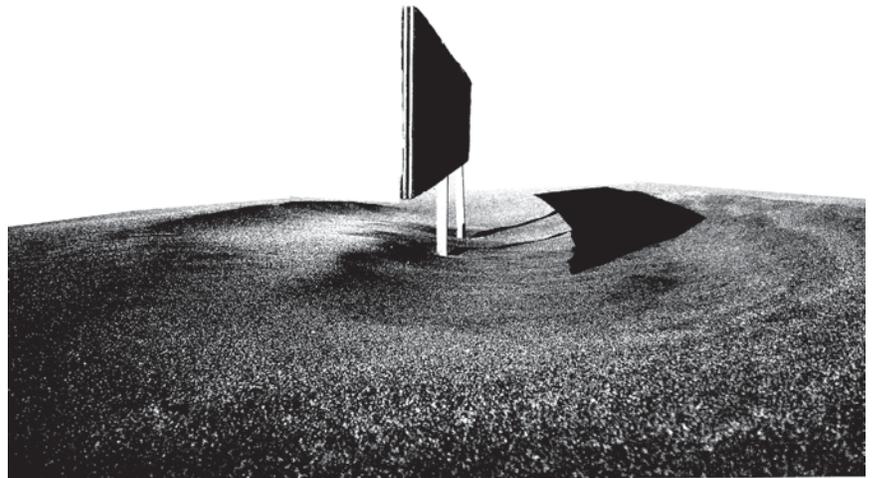
Se le suma el efecto de estar suspendida a 10 cm del suelo. Esto crea un angostamiento que comprime el paso del viento por abajo y lo acelera.

La tabla suspendida socaba una gran área a su alrededor, deformando notablemente la duna.

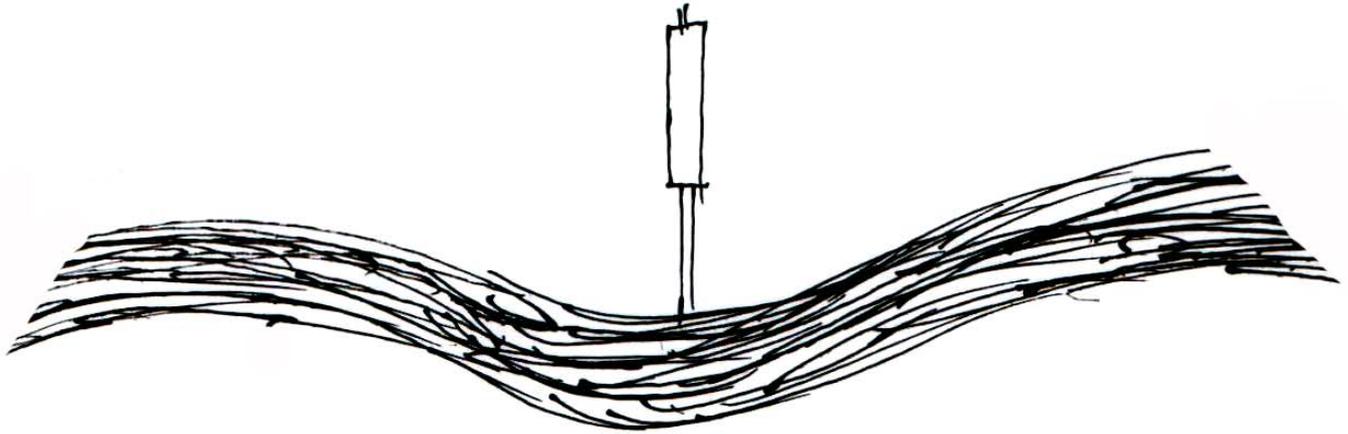
## elemento doce



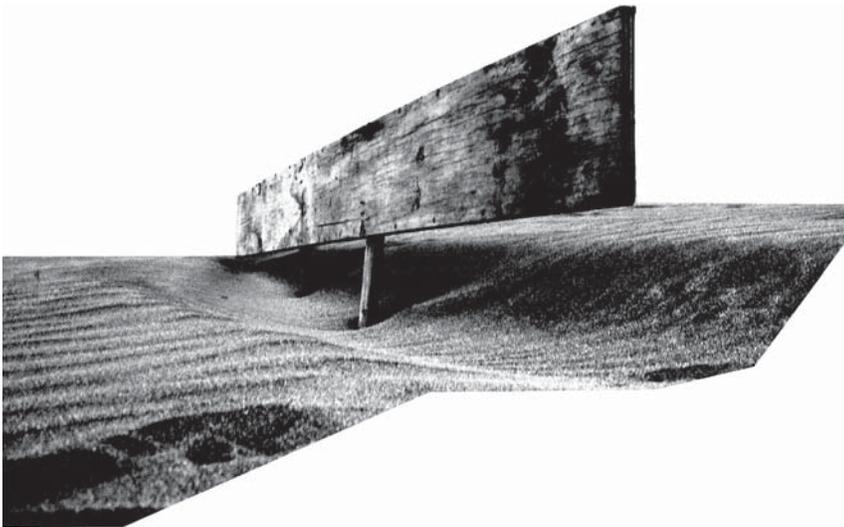
Vista superior de área de deformación de la duna. Se forma una figura cercana a la elipse.



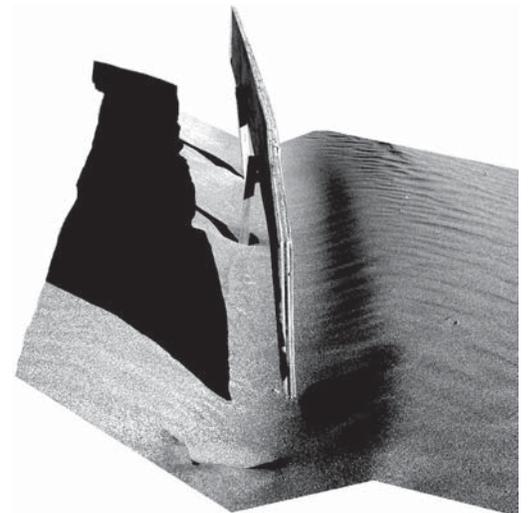
Vista en elevación. La tabla socaba hasta el punto de nivelar la pendiente de la duna.



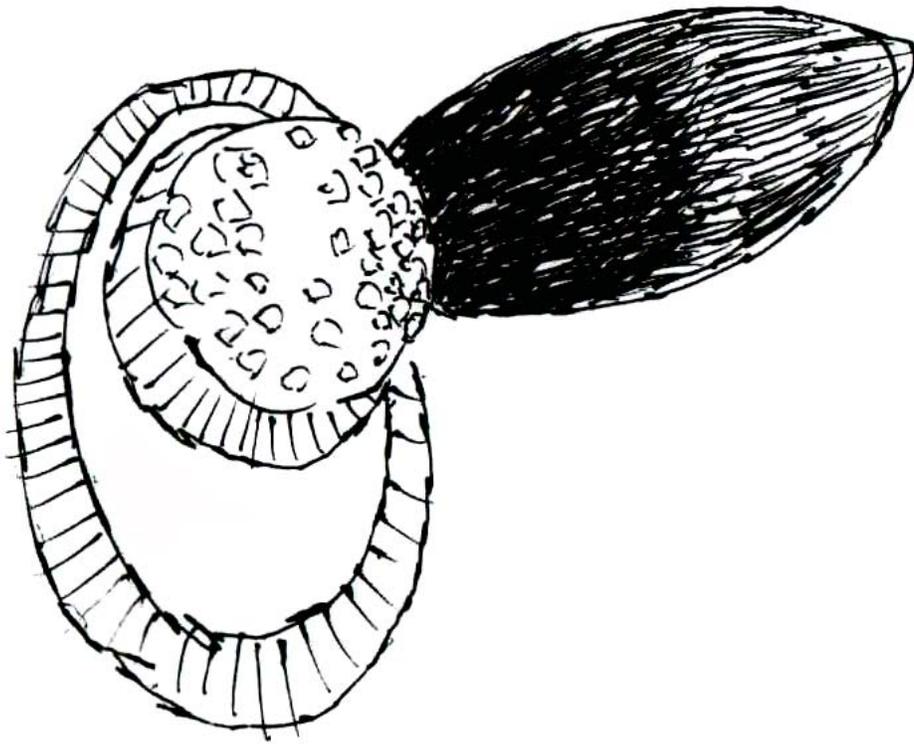
Esquema de corte del área de influencia que genera la tabla suspendida.



Diferencia dada por la pendiente de la duna.



El viento va aumentando la distancia entre la tabla y la duna.

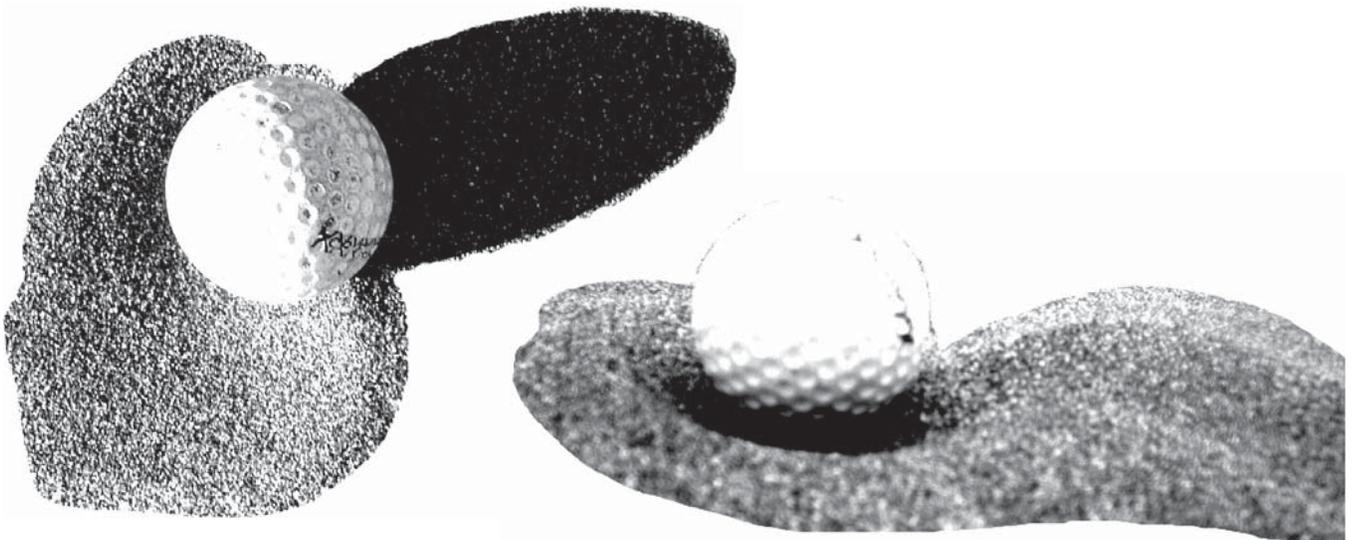


# 13 Pelota de golf

Esfera de diámetro 4 cm. Posee una superficie texturada con agujeros. Todas sus orientaciones son iguales.

El principio físico de la pelota de golf deice de la presencia de agujeros en su superficie para deformar la laminaridad del viento y así ejercer menor arrastre para poder llegar más lejos. La pelota de golf en la arena socava levemente, y a diferencia de las otras esferas, no queda suspendida en el aire. Al ser su arrastre menor, la estela que produce, también es menor y en consecuencia su socavamiento es menor.

## elemento trece

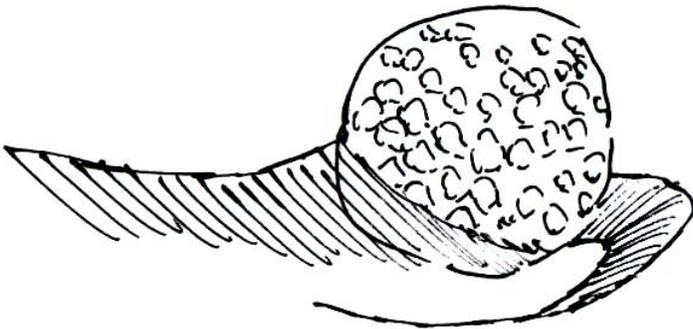


Pequeña hendidura en la duna a sotavento del objeto.

Acumulación de arena a sotavento del objeto



El socavamiento ni logra dejar la pelota suspendida sobre la duna.



Socavamiento a barlovento y leve acumulacion a sotavento del objeto



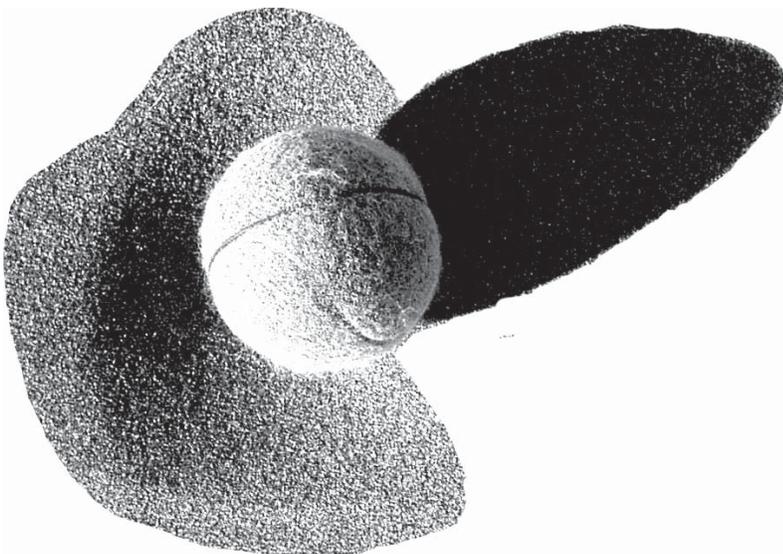
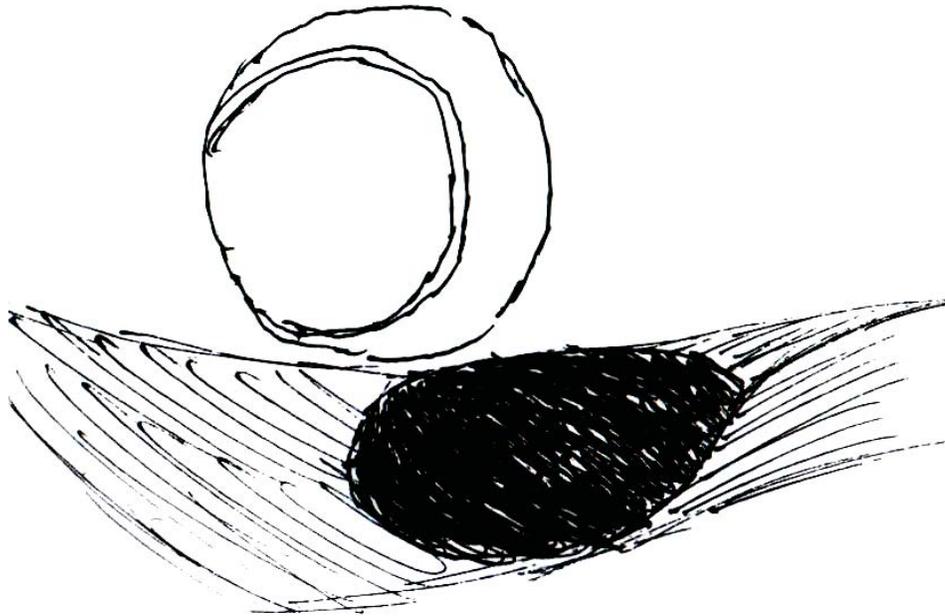
Acumulación de arena que entierra el borde inferior de la pelota de golf.

# 14 Pelota de tenis

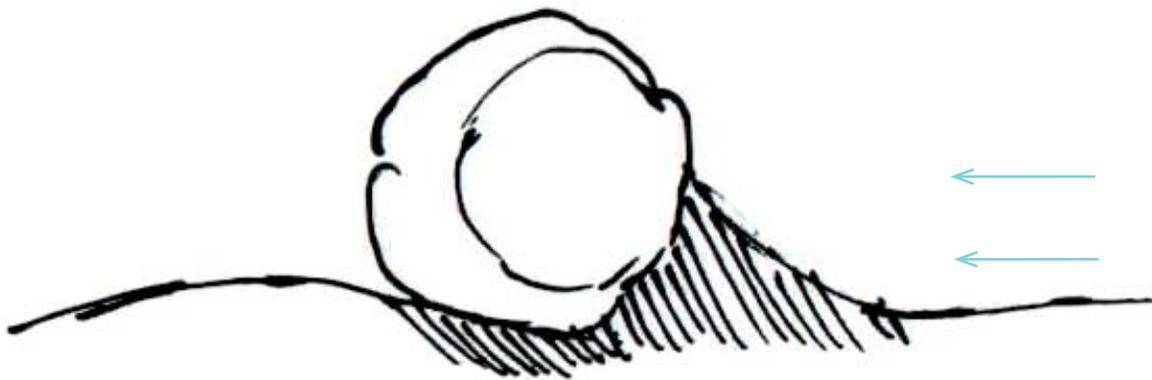
Esfera de diámetro 6,5 cm. Superficie peluda. Posee todas las orientaciones iguales.

La pelota de tenis comienza socavando lentamente dejando una pequeña huella a sotavento, una hendidura circular. Bajo la influencia de vientos de velocidades mayores va socavando hasta quedar completamente suspendida sobre la duna hasta una altura de 3 cm. Cuando la arena se encuentra más pesada producto de la lluvia se acumula arena a barlovento al chocar contra la pelota.

## elemento catorce



Leve hendidura circular, comienzo del socavamiento.



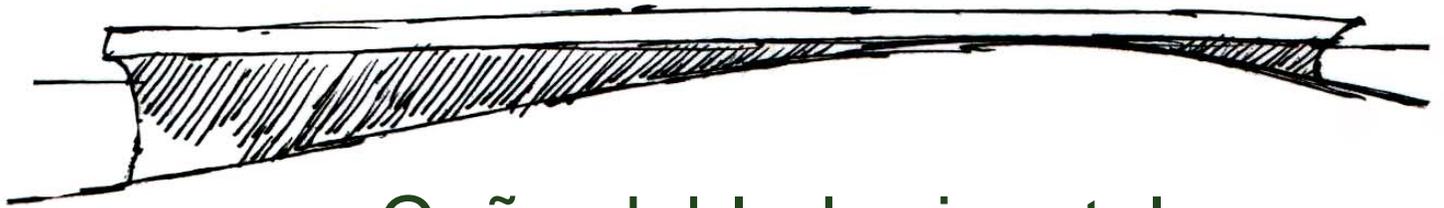
Acumulación de arena a barlovento de la pelota de tenis luego de un día de lluvia



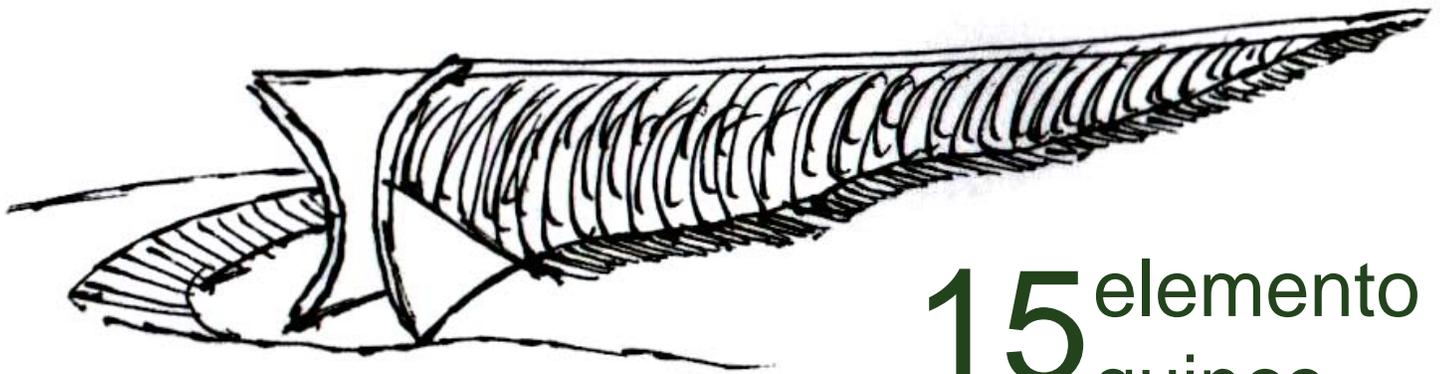
Acumulación de arena húmeda a barlovento



Suspensión de la pelota de tenis sobre la duna

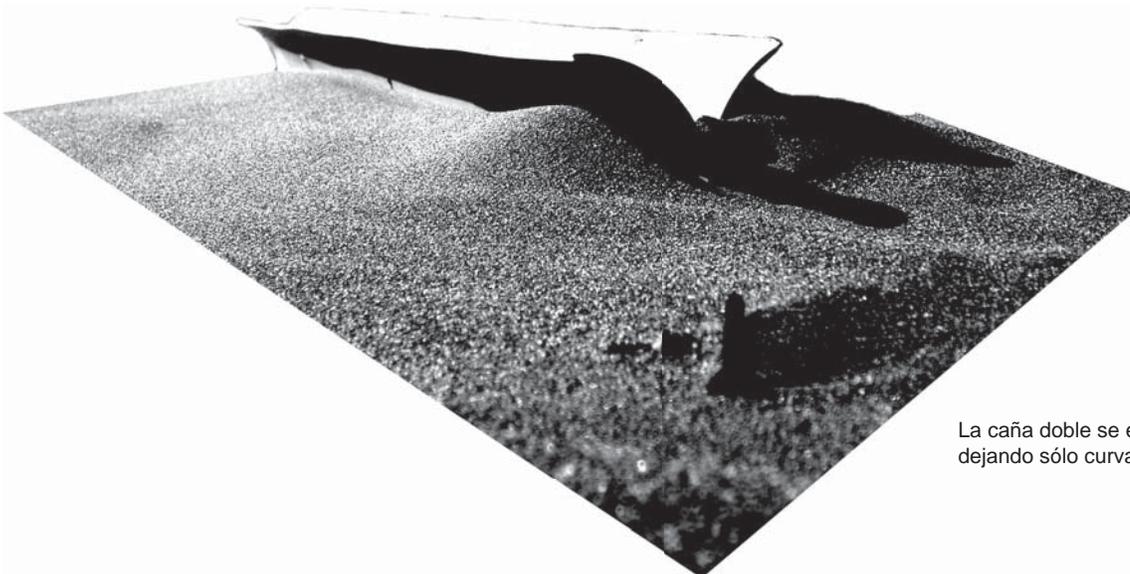


## Caña doble horizontal



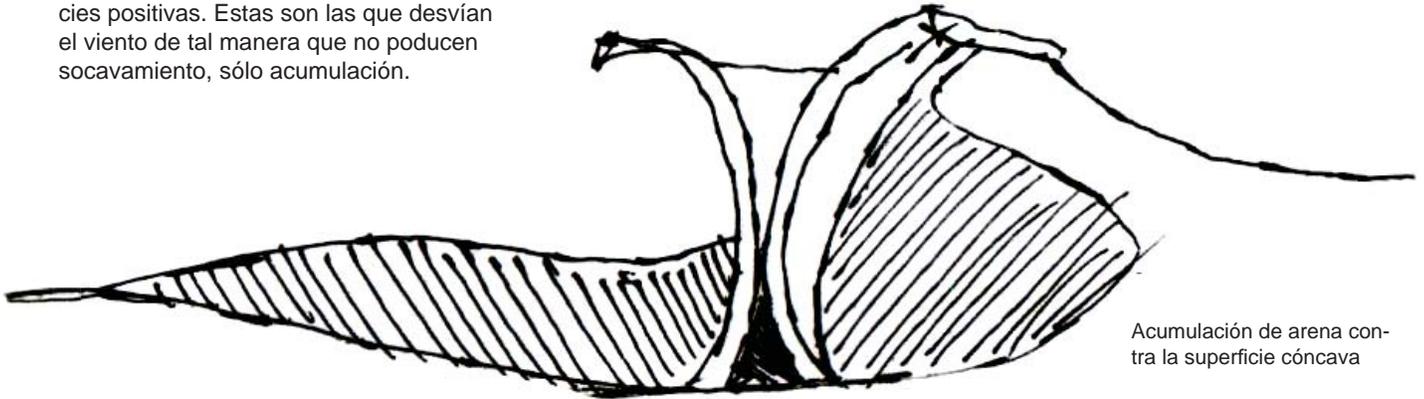
# 15 elemento quince

Caña de 80 cm de largo y 6 de altura. Se orienta transversal al viento SW



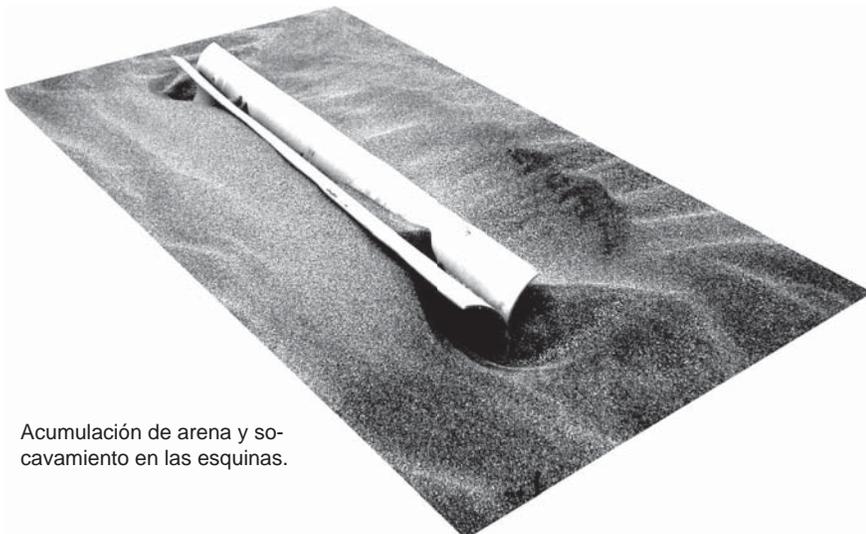
La caña doble se entierra hasta la mitad dejando sólo curva hacia arriba.

La caña doble nace de la afirmación, recogida en este estudio, sobre las superficies positivas. Estas son las que desvían el viento de tal manera que no producen socavamiento, sólo acumulación.

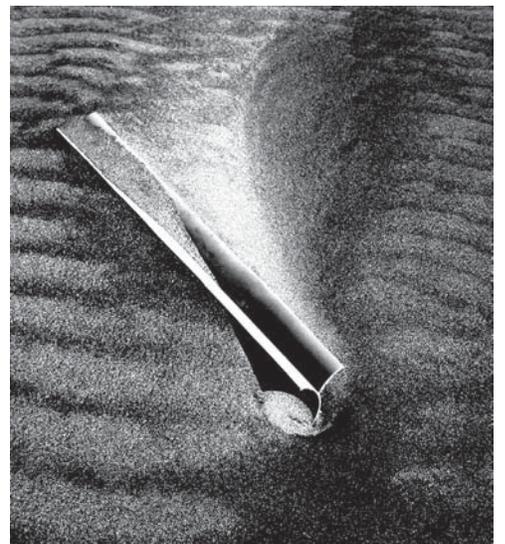


Acumulación de arena contra la superficie cóncava

Este objeto le opone a los vientos predominantes superficies positivas por ambos lados. Ocurre que el viento comienza a acumular arena a barlovento y va gradualmente tapando el objeto. La problemática sigue estando en las orillas, que es por donde comienza a socavar.



Acumulación de arena y socavamiento en las esquinas.



Deformación de la duna a sotavento del objeto.

# 16 Caña triple horizontal

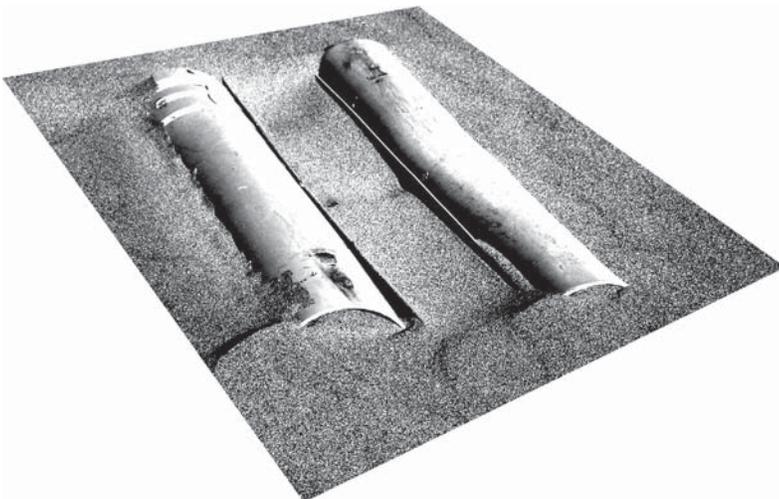
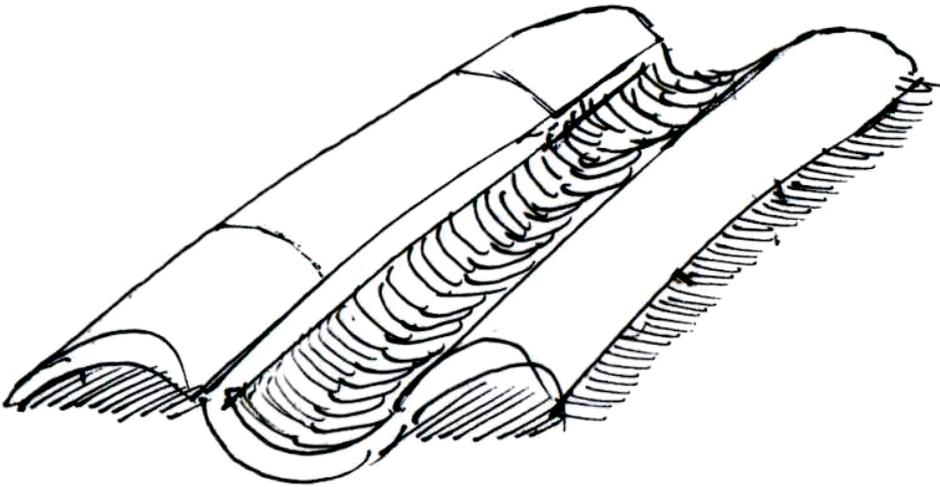
Elemento compuesto por tres cañas de ancho 9 cm cada una y largo 52 cm.

En el principio de las superficies positivas, se piensa este elemento que arma una distancia concava entre dos superficies convexas

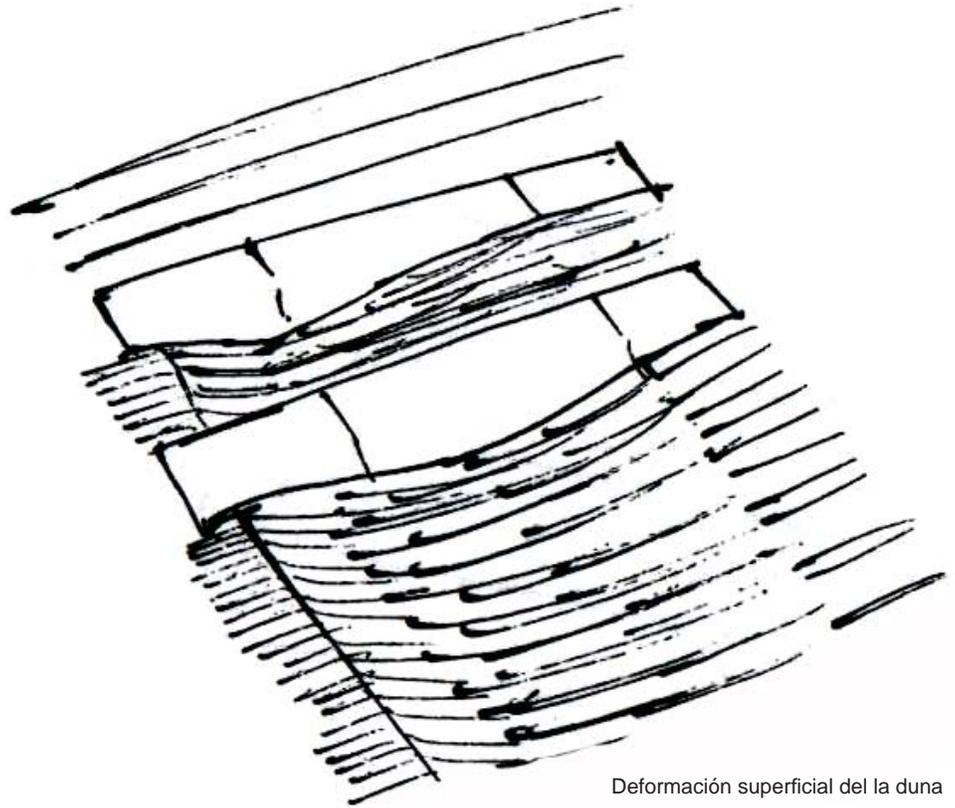
No produce socavamiento, salvo por la problematica de las orillas.

El elemento recibe por ambos lados de igual manera el golpe del viento. Acumula levemente arena en su centro y a barlovento de los vientos predominantes.

## elemento dieciseis



Acumulación en la zona central del objeto.



Deformación superficial de la duna



Acumulación en la zona central del objeto.



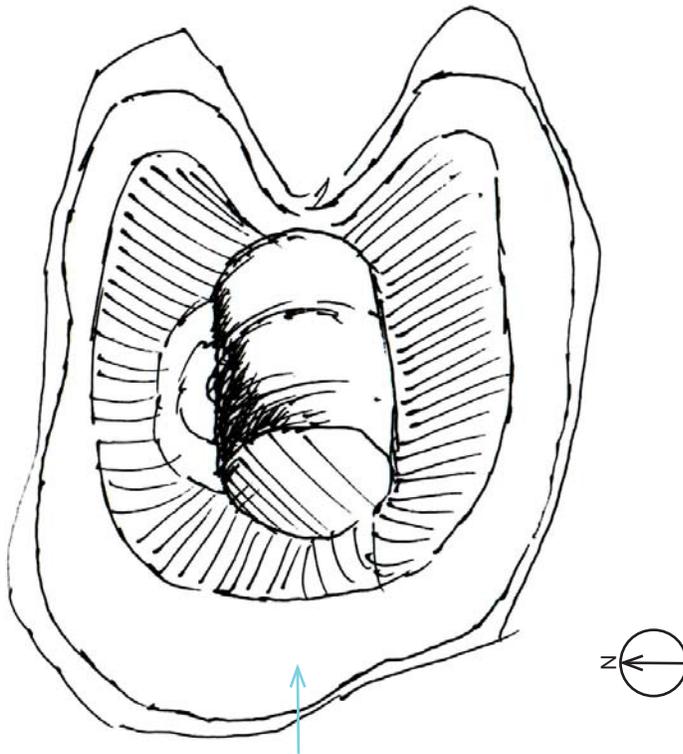
Deformación de la duna a sotavento del objeto.

# 17 Cilindro horizontal

Cilindro de diámetro 25 cm y largo 45 cm. Se orienta transversal al viento Norte.

el cilindro presenta rápidamente socavamiento por sus orillas, el viento choca contra los bordes que lo desplazan y aceleran.

Tiene una proporción en que el diámetro es aproximadamente la mitad del largo, por lo que aparece como un elemento donde sus bordes son predominantes en el rápido socavamiento que produce. Cuando el viento golpea longitudinalmente el socavamiento presenta una forma más alargada y una gran estela a sotavento.



Socavamiento producido por viento longitudinal al objeto.

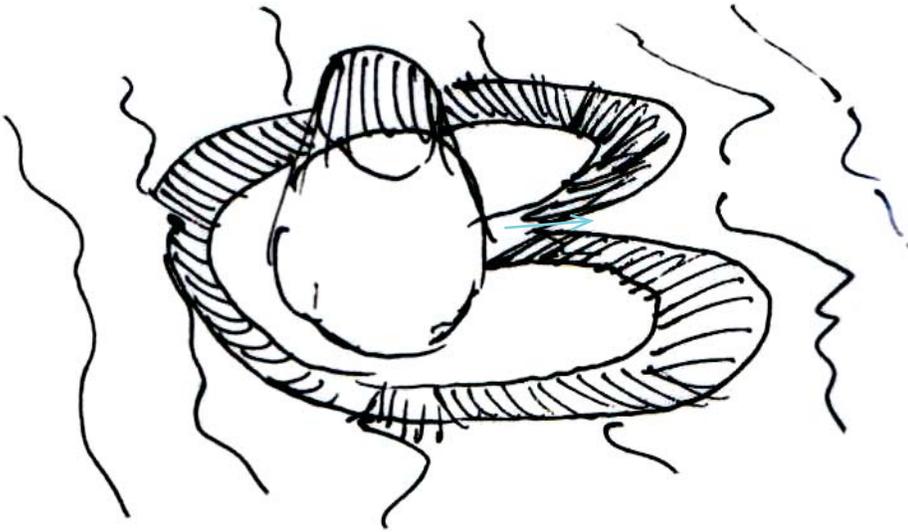
## elemento diecisiete



Acumulación de arena con la duna húmeda por la lluvia.



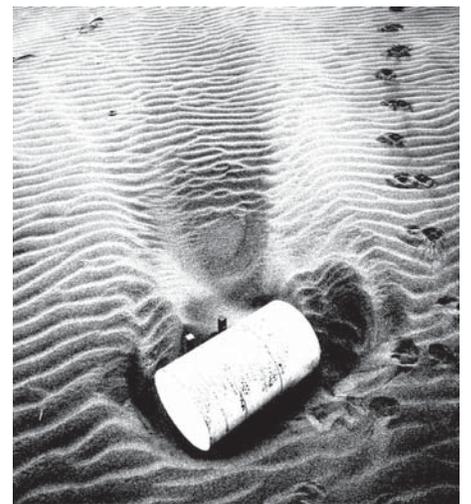
Socavamiento con viento transversal al objeto, se forman dos elipses a sotavento



Socavamiento con viento transversal al cilindro.



Socavamiento perimetral y extensión a sotavento



Deformación de la duna a sotavento del objeto.

### 6.3. Conclusiones esfera y cilindro



#### A.-Esfera.

Pasa con la esfera que en un momento determinado el socavamiento se estanca.

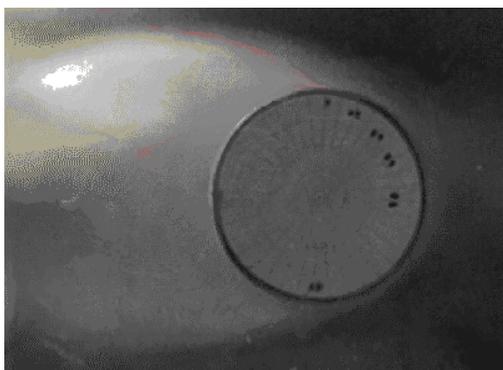
- 1 Construye un perímetro relativamente circular, sin extenderse significativamente hacia alguna dirección en particular.
- 2 Socava hasta una profundidad determinada, para luego detenerse.



#### B.-Cilindro horizontal.

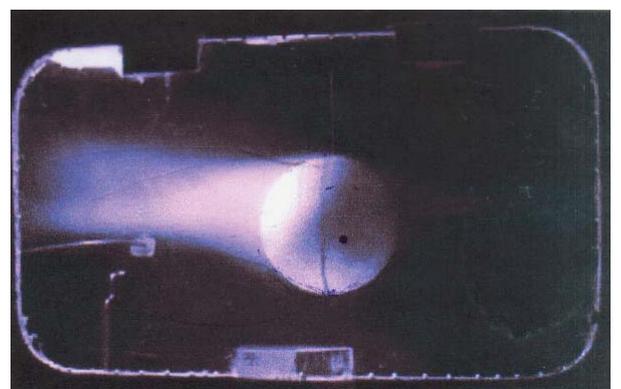
El cilindro en un primer momento acumula arena en todo su largo a sotavento. Cuando el viento socava y comienza a pasar por debajo, se va llevando la arena. Los vientos transversales tienden a igualar el socavamiento a ambos lados del cilindro.

#### Túnel de viento.



#### Cilindro

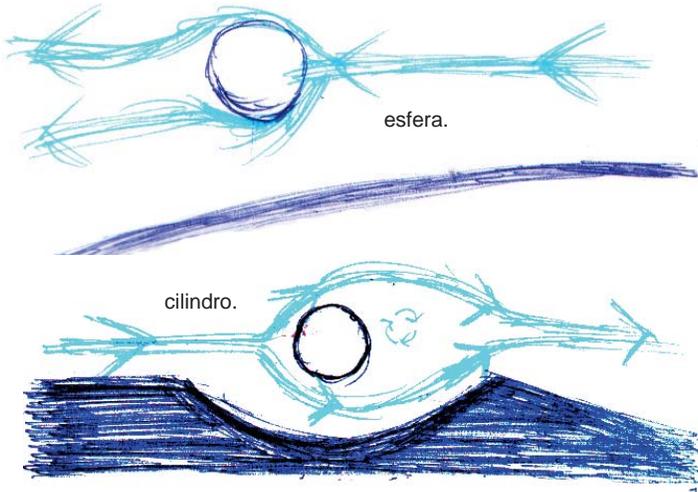
Vemos que el desplazamiento de un flujo de aire sobre la superficie del cilindro y de la esfera, provoca una aceleración del viento, y una estela turbulenta a sotavento del objeto.



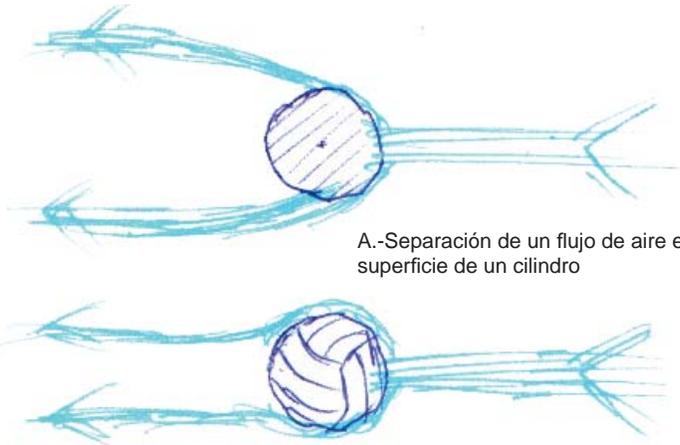
#### Esfera.

La forma y tamaño de esta estela dependen particularmente de la superficie y la rugosidad a la cual se enfrente el viento.

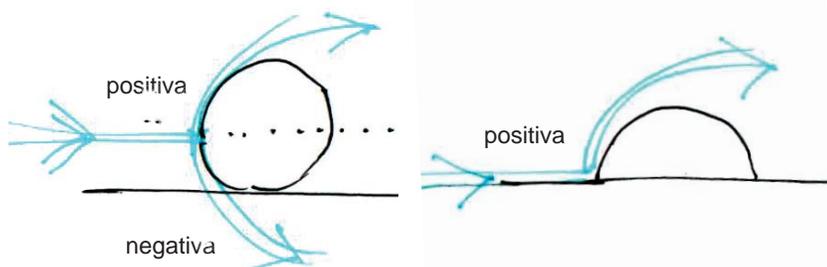
La esfera, más aerodinámica que el cilindro, provoca un menor desplazamiento del flujo de aire, un menor arrastre del cuerpo y por lo tanto una menor estela.



1



2



3

## AFIRMACIONES

Existe una relación entre la forma de la estela observada en los túneles de viento y la forma del socavamiento producido en la arena.

El viento que pasa por debajo de los elementos se acelera debido a la pequeña sección por la que debe transitar. Este aumento de velocidad incentiva el socavamiento basal.

En un determinado momento el viento ya ha socavado lo suficiente para transitar sin acelerarse y se estanca el socavamiento.

**Si se suspendiera cada cuerpo a una altura mínima determinada, para que el desplazamiento de los flujos de aire no alcanzara a afectar la arena, no se produciría socavamiento, solo tránsito.**

Con respecto a la aerodinámica.

Una esfera produce menor arrastre que el cilindro, su desplazamiento de aire y la estela que provoca también son menores. Al mismo tiempo su socavamiento es menor.

**Existe una relación entre el tamaño de la estela y el tamaño del socavamiento. Objetos más aerodinámicos deberían producir menor socavamiento.**

Existe relación entre el desplazamiento de los flujos hacia arriba y hacia abajo con lo que llamaremos superficies positivas y negativas.

El cilindro y la esfera poseen ambas.

**La superficie positiva envía el flujo hacia arriba y permite la acumulación de arena a sotavento.**

**La superficie negativa envía el flujo hacia abajo causando socavamiento.**

## 7.SOCAVAMIENTO HOSPEDERÍA COLGANTE

### 7.1. Caso



Vista desde la vega. La hospedería se sitúa a los pies de la duna.



Vista desde la duna.



La hospedería está construida sobre pilares, esto crea una distancia entre el volumen y el suelo de la duna. Este suelo se encuentra desnudo, libre al paso del viento y la arena.



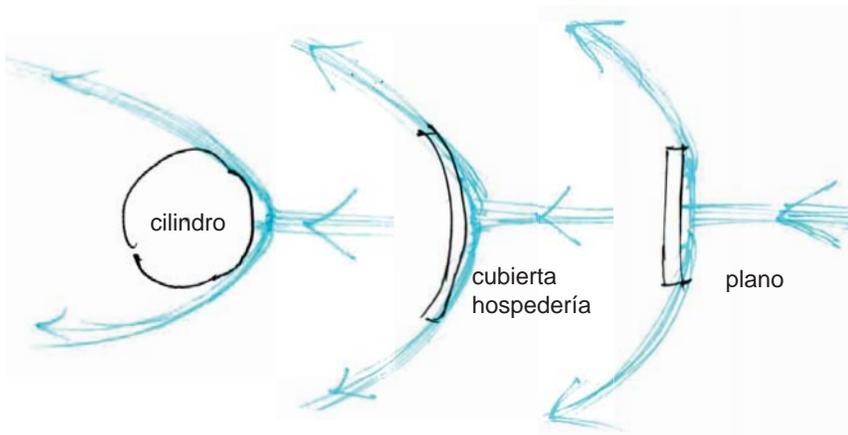
Caso elemento 12 Tabla suspendida.

La tabla suspendida ofrece una superficie plana a los vientos dominantes del SW. Esta crea un gran desplazamiento de los flujos de aire al golpear perpendicularmente.

Al estar suspendida a 10 cm del suelo crea un angostamiento que comprime el paso del viento por abajo y lo acelera.

La hospedería provoca una mayor aceleración del viento que pasa por abajo, entre la arena y el suelo.





Un viento perpendicular a estas superficies debería producir un desplazamiento de aire mayor al producido por el cilindro y menor al producido por un plano.



El volumen de la hospedería está cubierto, en sus caras laterales, por planchas curvas. Estas cubiertas son una forma intermedia entre el cilindro y el plano.



La hospedería está emplazada al comienzo de la duna. Los pilares se encuentran empotrados a distintas alturas dentro de esta pendiente. Esto hace que en un primer momento el suelo debajo de la hospedería tuviera distintas alturas, que iban de los 2,5 metros a zonas de 1 metro, donde no se podía pasar de pie por abajo.



El suelo tenía la pendiente natural de la duna. Al momento de colocar las cubiertas el suelo comienza a cambiar, ya no es solamente el socavamiento particular de cada pilar. El desplazamiento del viento a través de la superficie de la hospedería comienza a socavar de manera acelerada la duna.



El viento tiende a disminuir la pendiente socavando la zona de mayor altura y construyendo un suelo relativamente plano debajo de la hospedería.

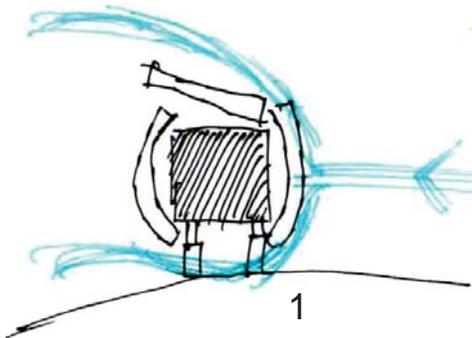


Los mayores cambios ocurren en el encuentro de las caras NE y SE.  
 1 Debido a la pendiente de la duna este sector es el más bajo de la hospedería. La distancia entre la hospedería y la duna era de 1 metro aproximadamente.

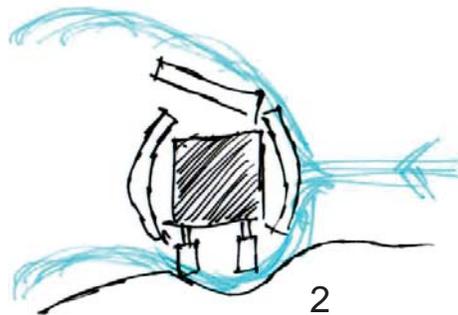


El desplazamiento de viento que producen las superficies de la hospedería, es de tal magnitud que la distancia entre el volumen y la duna en este sector no era la suficiente para que el viento pasara libremente.

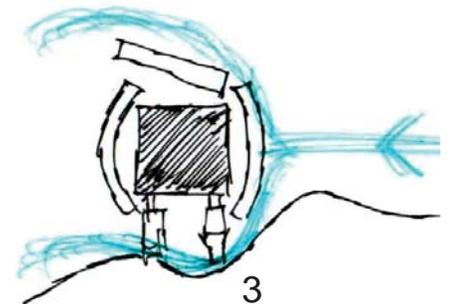
#### Desplazamiento del viento sobre las cubiertas de la hospedería.



1 El viento golpea contra la superficie curva y es desplazado hacia arriba y abajo. En su transcurso es acelerado por la resistencia que le provoca la cubierta y por la compresión de los flujos de aire al disminuir el área de paso.



2 El viento incrementa su velocidad y es desplazado con fuerza contra el suelo. Se acelera el socavamiento.



3 El viento socava hasta que logra la distancia necesaria para transitar sin ser acelerado. en este momento no logra la velocidad necesaria para socavar, se produce solamente el tránsito de la arena.



El sector NO, de mayor altura inicial, no presenta socavamiento.



Pilar NE y pilar NO .  
El pilar NO no fue socavado. El suelo del pilar NE bajó 50 cm. Ambos quedaron con una distancia similar entre la arena y el suelo de la hospedería.

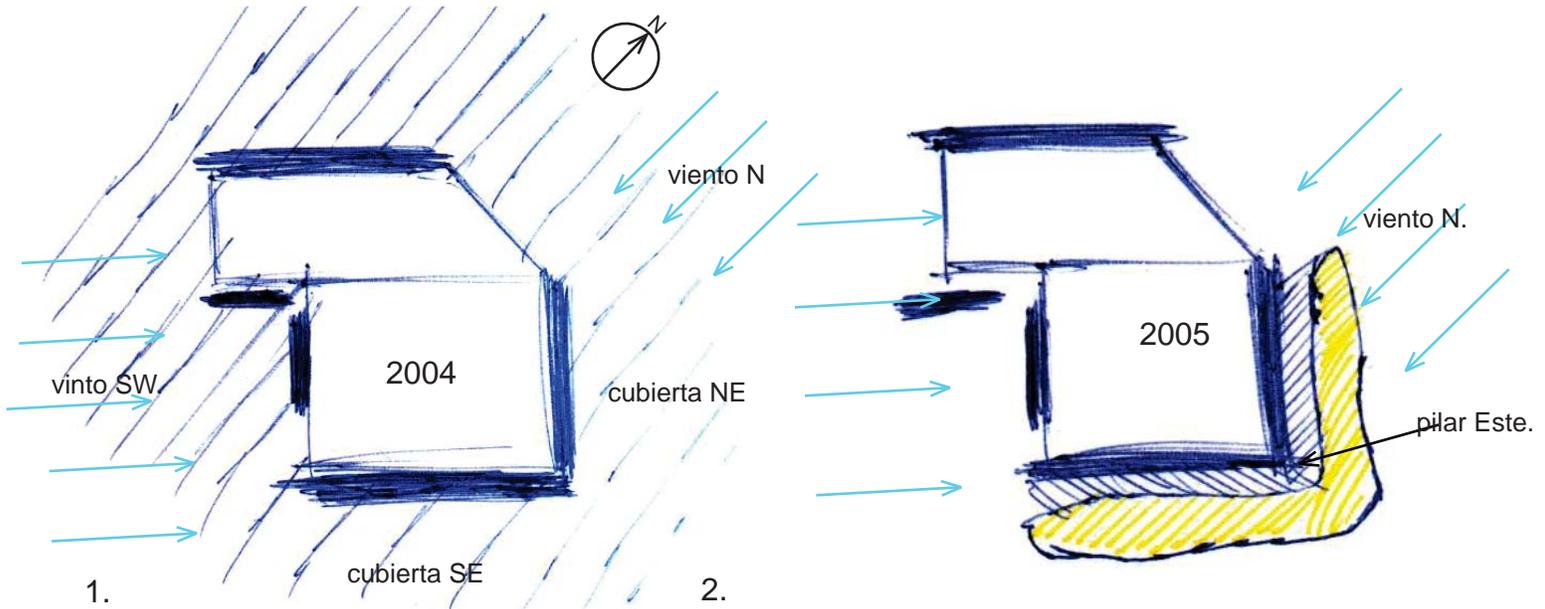


El pilar Este, donde se encontraba la menor altura, fue socavado 90 cm.



Primer plano, cubierta SE y pilar Este.  
Al fondo, pilar NE.

## 7.2. Evolución del socavamiento



1. En el pilar Este se da el encuentro de las cubiertas NE Y SE.

2. El viento Norte, de gran intensidad en invierno, golpea diagonalmente contra la cubierta NE, es desviado y acelerado, socava en la zona crítica de la hospedería (pilar Este), y acumula arena tras la cubierta SE al perder velocidad.

El viento SW, de gran intensidad en primavera y verano, llega de manera relativamente perpendicular golpeando contra la cara SW de la hospedería, que es menos aerodinámica pero está a una mayor distancia del suelo. El SW se suma al socavamiento de la zona crítica y debiera ser la razón de la acumulación de arena tras la cubierta NE.

## 7.3 Estado actual de los pilares afectados

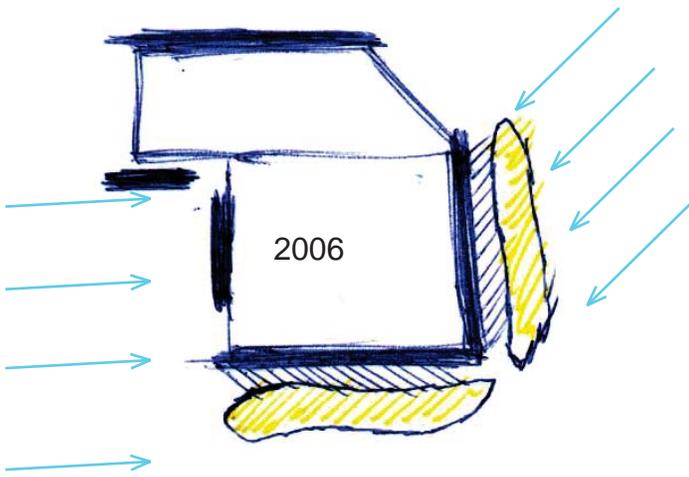
Se pintan con spray blanco marcas en los pilares para señalar el nivel actual del socavamiento. Agosto del 2006.



Pilar Este.  
Socavado 90 cm

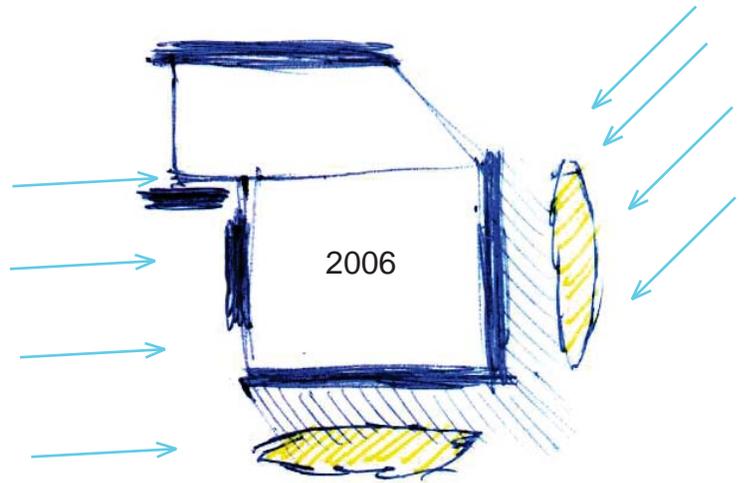


Pilar Sur



3.

La acumulación tras las cubiertas NE y SW se separan en la esquina Este, formando dos lomas independientes.



4.

Las lomas continúan distanciándose. Retroceden y van suavizando su pendiente.



Pilar central.



Pilar Nor-este

## 8. CORTINA DE ÁRBOLES

### 8.1. Usos/tipos/características



### ANÁLISIS CORTINA DE ÁRBOLES

Las cortinas de árboles se utilizan para proteger zonas expuestas a la acción de los vientos. Su mejor orientación es perpendicular a los vientos predominantes y de mayor intensidad.

Existen tres tipos de cortinas, determinadas por el grado de porosidad. Densas, semipermeables y permeables o porosas. Esta clasificación se basa en la cantidad de viento que dejan pasar a travez. Y tiene relación con el tamaño de las áreas que protegen y con el porcentaje de disminución de la velocidad del viento que logran.

Otra coordenada incidente en la distancia que protegen es la altura de la cortina.

Las cortinas densas disminuyen considerablemente la velocidad del viento en un primer momento; a una distancia de 1h (una vez la altura de la cortina) el viento baja su velocidad en un 85%, pero a una distancia de 10 veces la altura su efecto es del 30%.

Las cortinas semipermeables logran la mayor disminución del viento, 75%, a una distancia de 4h.

Las cortinas permeables no presentan grandes variaciones, disminuyendo la velocidad en un promedio del 40%, estas cortinas actúan hasta una distancia de aproximadamente 24 veces la altura.

Para determinar el grado de porosidad de la cortina, se estudia su composición (número de hileras y distancia entre estas) y se hace un levantamiento visual y fotográfico a una distancia de 5 veces la altura. Se determina el porcentaje de área vacía de la cortina en relación a su área total.



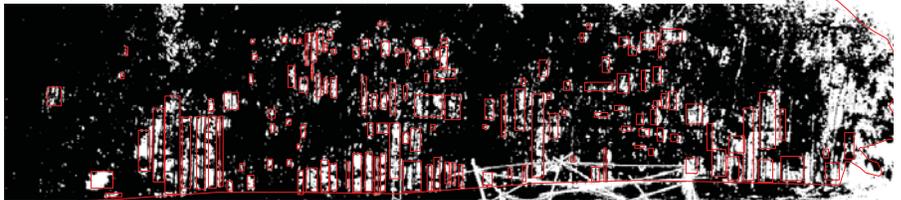
Superficie total frontal es vacía

PERMEABLE O POROSA: Más del 45% de la superficie total frontal es vacío.

### CORTINA DE ÁRBOLES RITIQUE

Tipo de árbol:

Perenne. Eucaliptus. Mantiene su frondosidad durante todo el año



Diseño cortina:

El diseño consta de 5 hileras de árboles dispuestas a una distancia de 1.5 metros entre ellas, y una distancia de 1.4 metros entre cada árbol.

La altura general de la cortina es de aproximadamente 18 metros de altura.

Permeabilidad:

El área total frontal de la cortina es de aprox. 7290 m<sup>2</sup>.

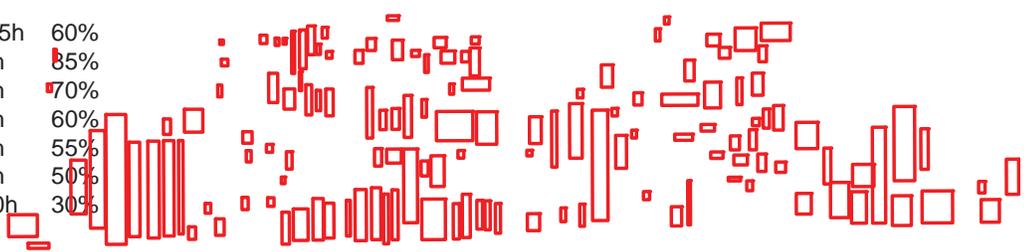
El área total vacía es de 545 m<sup>2</sup>.

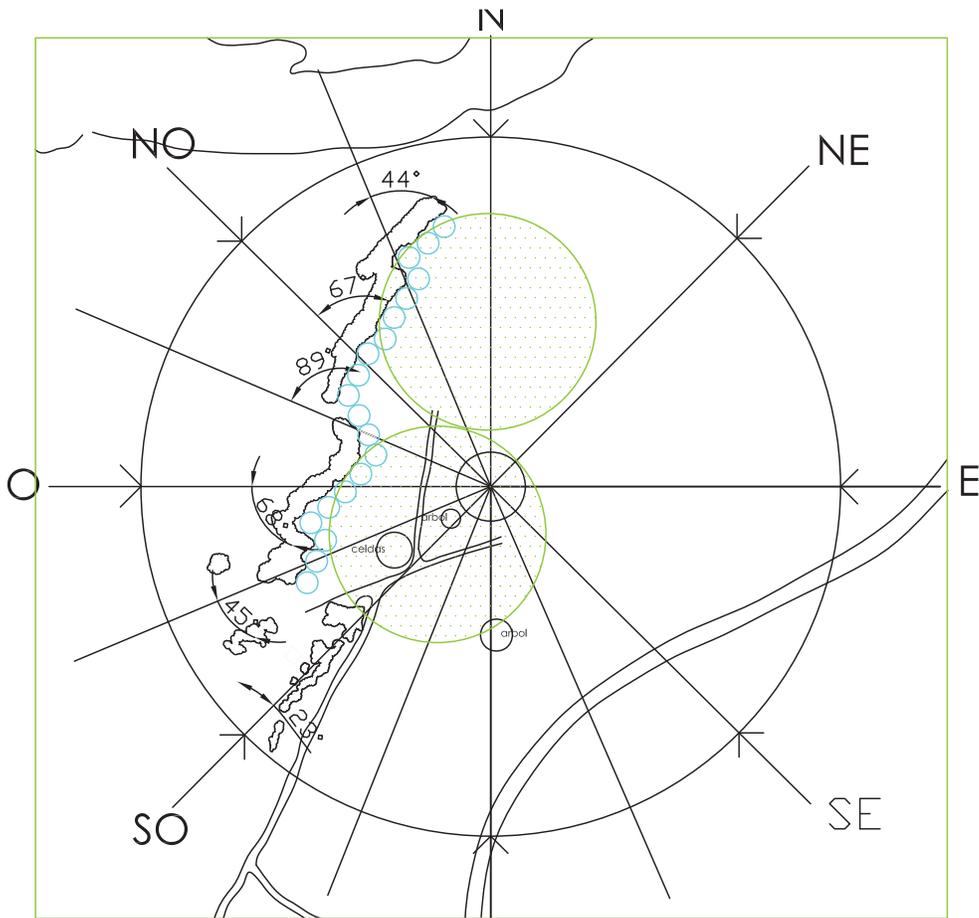
Esto da un porcentaje de superficie vacía de 7,5% en relación al área total frontal de la cortina, por lo que queda definida como una cortina de tipo DENSA.

Para determinar visualmente el grado de porosidad de la cortina de eucaliptus de ritoque se toma una fotografía panorámica de la cortina la que luego es contrastada en photoshop y traspasada a autocad donde se marcan con polígonos las áreas vacías, en este mismo programa se miden las áreas llenas y vacías.

Permeable      Semipermeable      Densa

0,5h	35%	0,5h	40%	0,5h	60%
1h	40%	1h	50%	1h	85%
2h	45%	2h	55%	2h	70%
4h	42%	4h	75%	4h	60%
5h	40%	5h	70%	5h	55%
7h	38%	7h	60%	7h	50%
10h	35%	10h	40%	10h	30%
15h	35%	15h	30%		
18h	30%				





Ángulo de incidencia de los distintos vientos contra la cortina de árboles tomando como centro la Hospedería Colgante.

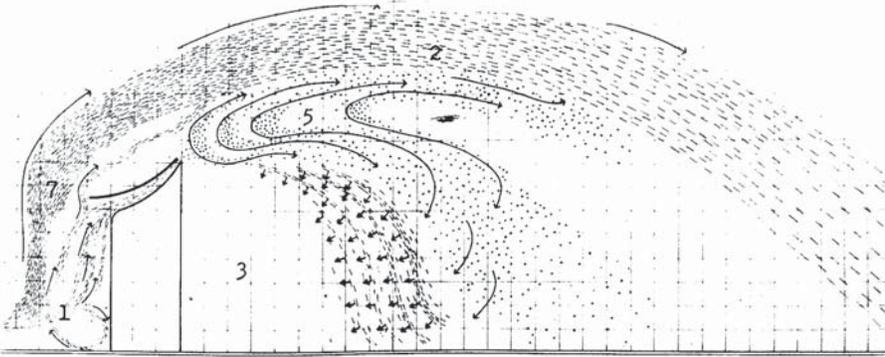


Vista de la cortina de eucaliptos de Ritoque desde el NorOeste

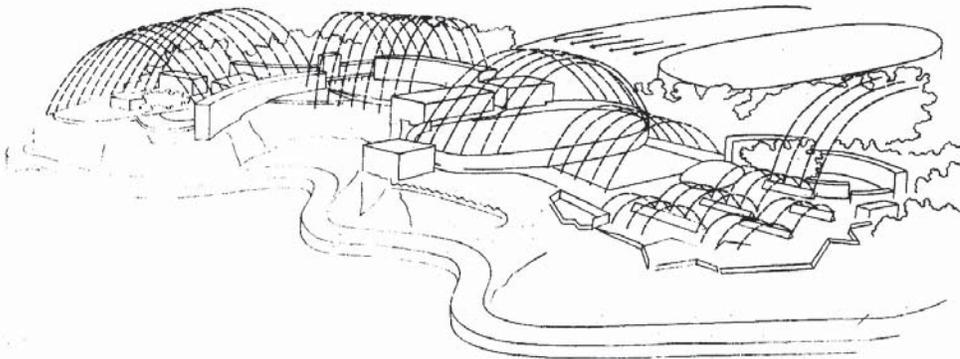
## 9. EXPERIENCIAS DE LA ESCUELA DE ARQUITECTURA EN RELACIÓN AL VIENTO

## 9. EXPERIENCIAS ESCUELA DE ARQUITECTURA

### 9.1 Concurso Escuela Naval 1957 /deflector/sombra de viento /túnel de agua



Ejemplo del análisis en elevación de los resultados obtenidos al someter los distintos elementos a los túneles de agua y viento



Vista del proyecto que muestra la desviación de los flujos de aire y las zonas de sombra de viento

Se quiere lograr una temperie eólica que acompañe los quehaceres propios del cadete. Un lugar, que es cima y acantilado, muy expuesto a la intensidad de los vientos. Estos son medidos y caracterizados sobre planos de ubicación.

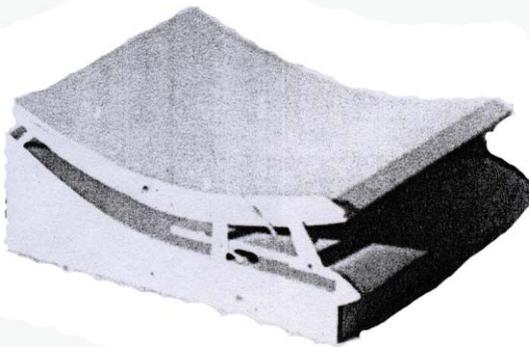
Se encuentran ante un proyecto que contempla grandes volúmenes de edificios y patios para desarrollar las actividades propias de la Escuela Naval. Estos volúmenes serán generadores de grandes deformaciones, aceleraciones, turbulencias de los vientos predominantes.

Se estudian unos deflectores o slot desde el análisis de las formas expuestas ante flujos de agua y de aire.

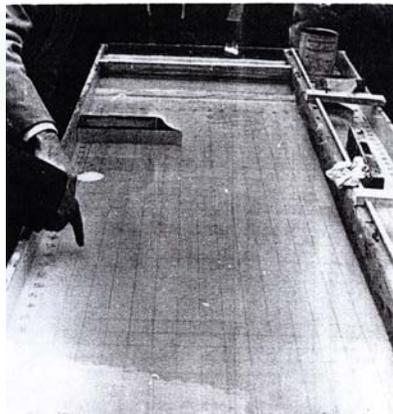
Se va perfeccionando el modelo, hasta llegar al que logra la mayor sombra de viento y las menores turbulencia a sotavento de los edificios.

La inventiva de la propuesta es construir desde estos edificios, con deflectores en sus techos, áreas de calma, sombra de viento, para los patios exteriores del complejo.

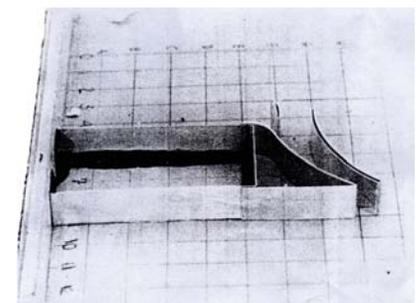
El slot final tiene una invención que genera una corriente acelerada de viento, producto de un venturi inducido, que desplaza los flujos superiores en una mayor distancia; logrando una gran área de temperie.



Maqueta del Slot.



Análisis de las piezas en el túnel de agua.

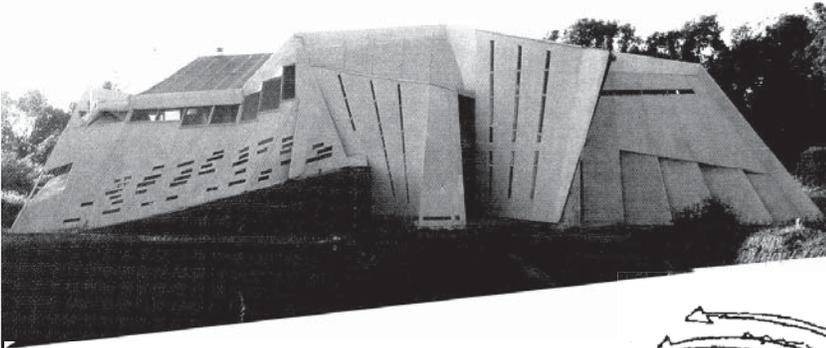


Pieza y cuadrículado del túnel de agua.

## 9.2. Hospedería del Errante/toberas/aerodinámica-disminución arrastre/tunel de viento

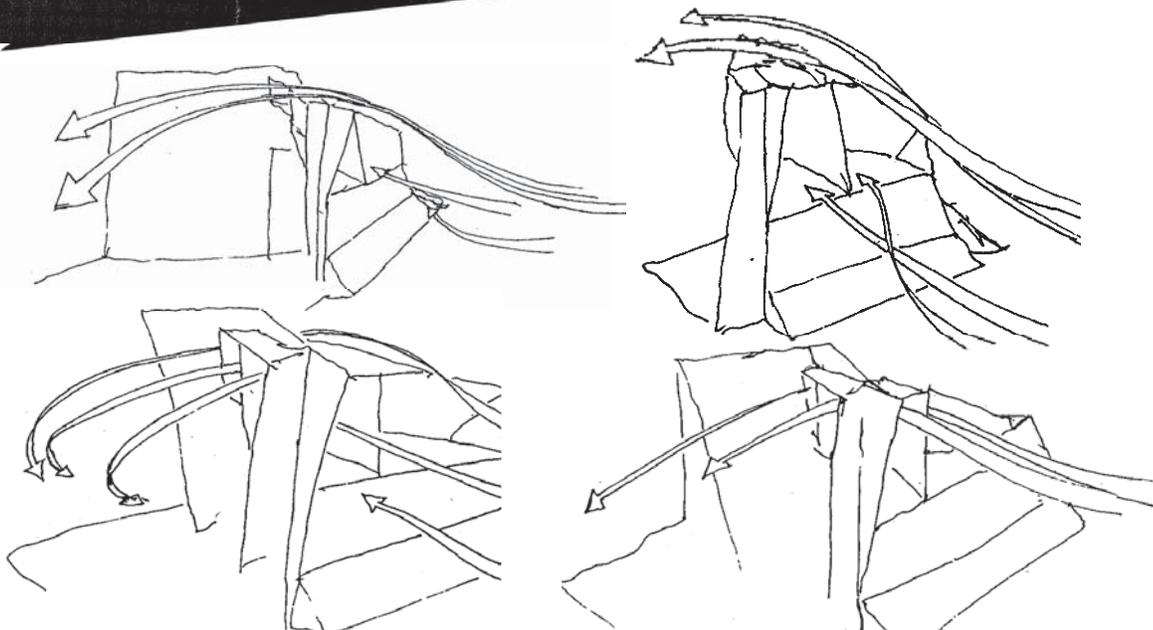


Vistas exteriores de la Hospedería. Los muros poseen cierta sensibilidad aerodinámica.



Una de las coordenadas generatrices de la Hospedería del Errante nace del estudio del viento. Se tratan las envolventes exteriores de la hospedería para generar menor arrastre y desviar los flujos de aire. Aparecen ciertos elementos como la tobera y los muros inclinados para la disminución de los ángulos de oposición a los vientos.

Hay detras un estudio de arodinámica y de las superficies deflectoras. Parte del estudio se hace a base de maquetas que son puestas a prueba en túneles de viento.



Dibujos representativos de la maqueta dentro del túnel de aire y la deformación de los flujos en distintas direcciones.

### 9.3 Casa de los Nombres/hundimiento



Vista de las cubiertas exteriores, muro y techo, y el encuentro con la duna.



Vista de la entrada y el interior iluminado.



Vista del interior que se abre hacia el ágora del fuego.

La casa de los nombres fue situada en la cima dunar de los terrenos bajos de la Ciudad abierta.

Su modo de emplazarse en la arena es desde una excavación en la cima que es cubierta por una superficie que continúa la pendiente natural de la duna.

Se constituye como un gran espacio de exposición.

Su forma busca no oponerse a la acción del viento y la duna para posibilitar un transcurso natural de los granos de arena y no generar mayores deformaciones. Por esto continúa con la pendiente y se abre hacia el interior de la duna, zona más protegida de los vientos.

#### 9.4. Palacio viejo/aceleracion socavamiento/curvas-protecciones



Vista de las cubiertas laterales del Palacio viejo.



Vista superior de la terraza y la vestal del Palacio.

El palacio Viejo, una de las primeras obras de la ciudad abierta, fue emplazado sobre la duna en los terrenos bajos. Comienza como un gran espacio exterior a base de pilotes que va logrando ciertos cerramientos laterales con planchas curvas.

Al estar emplazada sobre la duna, como cualquier objeto sobre esta, empieza el juego entre el avance de la arena y las superficies que se le oponen y generan deformaciones (socavamiento y acumulación).

Se construyen unos grandes elementos de cemento curvo, a la manera de medio cilindro horizontales. Estos son colocados en los bordes del palacio para proteger del socavamiento en su base..

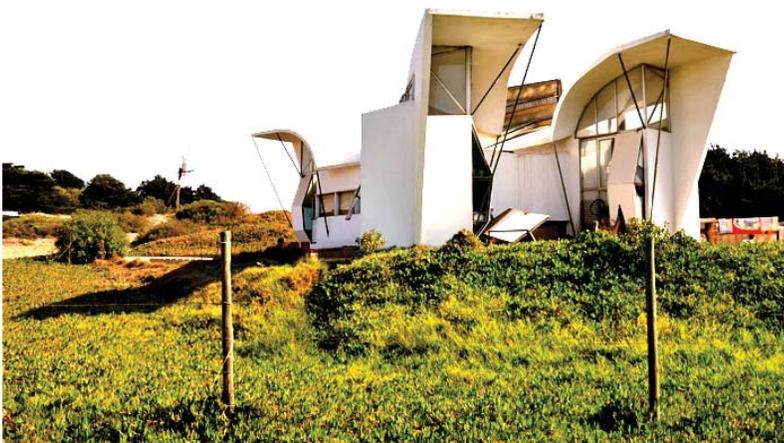
## 9.6.Celdas/formas-aerodinámica/tunel de viento



Vista de la terraza y el volúmen común de las celdas, cocina-comedor.



Vista de la cubierta curva del comedor



Vista de las habitaciones y lucarnas.

Las celdas están expuestas al paso libre del viento del SW.

Poseen una disposición en la que el volumen mayor ( el de la cocina\_comedor) resguarda el espacio exterior de las piezas. Este volumen está generado desde envolventes curvas que generan una menor resistencia al viento.

Las celdas poseen un estudio aerodinámico, fueron sometidas a análisis mediante maquetas en túneles de viento.

## 9.7. Artilugios del viento.



Distintas experiencias realizadas por el diseño industrial de la escuela, tanto en programas de titulación como en travesías.

Considerando como origen de los artilugios el debate entre materia, energía y expresión; es una búsqueda de la acción expresiva que el viento posee.

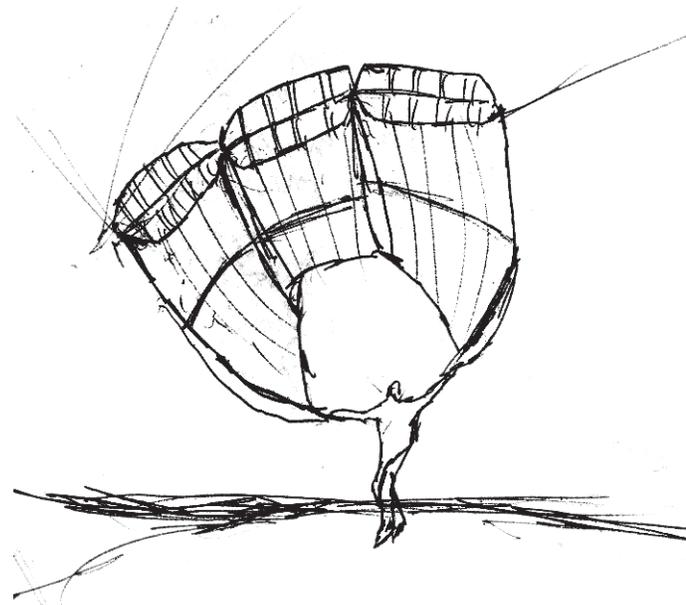
Se estudia la aparición y desaparición de un cuerpo en relación a las fluctuaciones propias del viento. El despliegue del objeto.



Objetos de sistema alveolar.



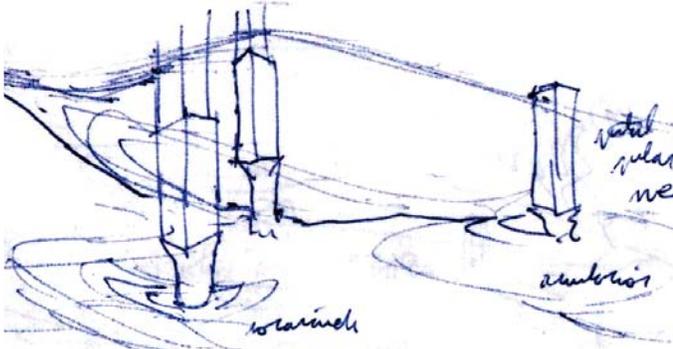
Obra travesía de Diseño a Bariloche, muro que se levanta por la acción del viento



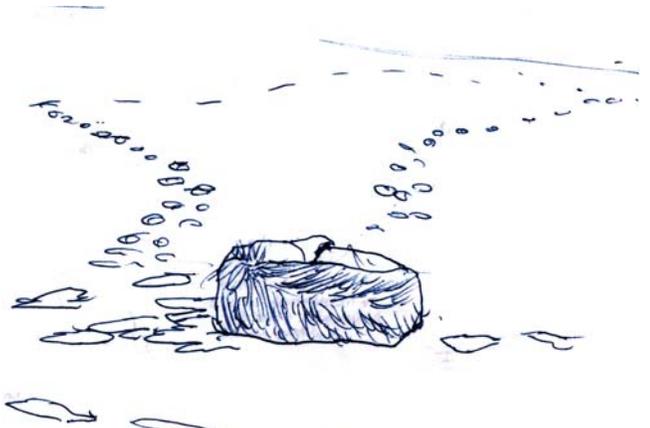
Sistema alveolar. Canales que dirigen el viento dentro de un cuerpo de tela hasta una salida que medirá la mitad de la entrada, produciendo un empuje que moverá el cuerpo completo

# 10. UMBRALES EÓLICOS

## 10.1. Observaciones-afirmación

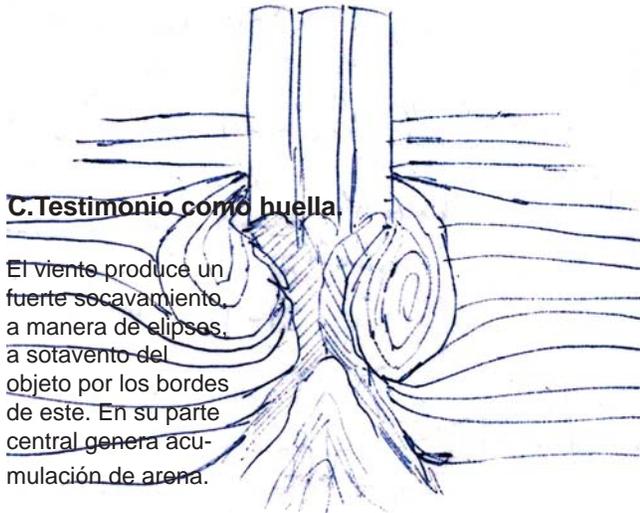


**A.** El viento se hace presente por la acción que produce en el medio al ser resistido por los distintos obstáculos. En el caso de los pilares produce un socavamiento perimetral relativamente circular.



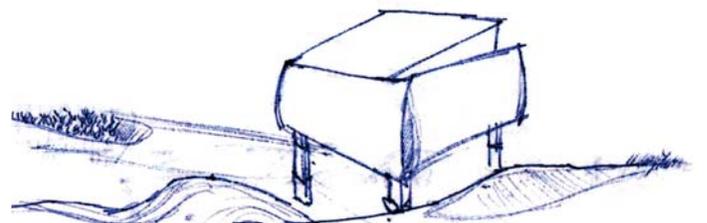
### B. Testimonio como gesto

Su presencia puede ser tan leve como el gesto del perro que se autoenvuelve dándole la espalda a la dirección del viento para protegerse.



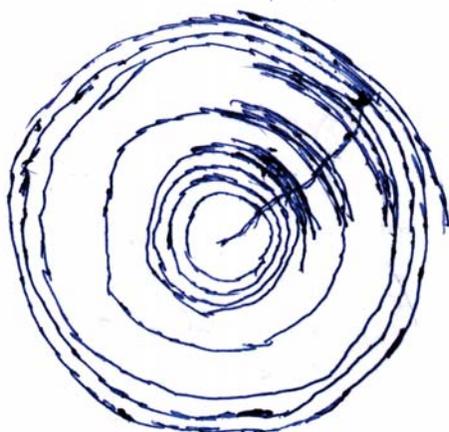
### C. Testimonio como huella

El viento produce un fuerte socavamiento, a manera de elipses, a sotavento del objeto por los bordes de este. En su parte central genera acumulación de arena.



### D. Testimonio como transformación

La acción del viento al ser desplazado por la superficie de la hospedería ha generado cambios en la pendiente natural de la duna. Gratuitamente el viento ha dado indicios de lugaridad.



### E. Testimonio de los ciclos

Una raíz en la duna construye circunferencias casi perfectas al ser afectada por las distintas direcciones del viento. En la esquina superior-derecha se nota una zona más marcada producto de la acción predominante del viento SW.



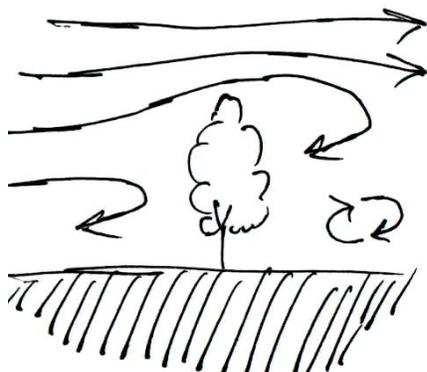
### F. Testimonio como orientación

Las estrías en la duna tienen una disposición perpendicular al viento predominante que es capaz de generar desplazamiento de los granos de arena.

Afirmación

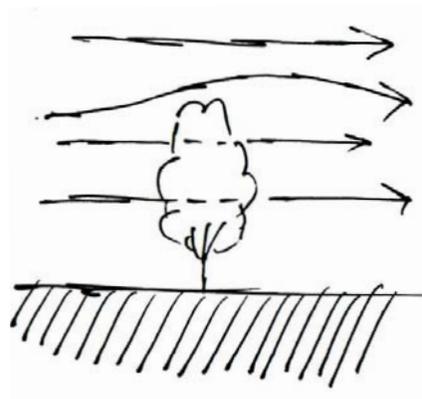
### Testimonio eólico

*El viento es un elemento dinámico y fugaz capaz de construir lugaridad en la extensión a través del testimonio que genera su acción contra los cuerpos que se le oponen.*



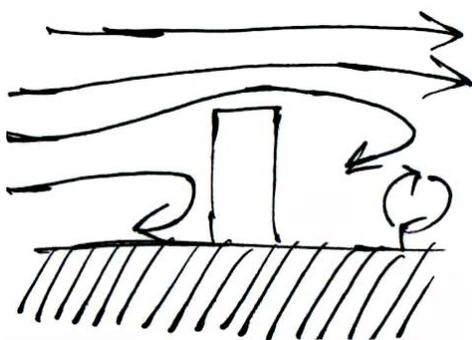
Cortina Densa

Una cortina de árboles densa en un primer momento disminuye considerablemente la velocidad del viento, pero la distancia que protege es menor. El viento que es enviado hacia arriba se comprime y acelera generando turbulencias.



Cortina Permeable

Una cortina permeable disminuye menos la velocidad del viento pero protege una mayor distancia. Al dejar pasar el 50% a través de ella, el viento que pasa por arriba se comprime menos, se acelera menos y produce menos turbulencias.



Elemento impermeable

La Baldoza puesta en la duna desvía todo el viento que golpea contra ella. Aumenta la velocidad y genera socavamiento.



Elemento plano

Cuánto es desviado el viento está relacionado con la rugosidad y con la forma de la superficie que le opone resistencia. El elemento plano genera una mayor resistencia, una mayor estela y una mayor aceleración del viento que el elemento esfera.



Esfera

## 10.2 Caso Arquitectónico/pórtico de los huéspedes/esculturas

Existe la intención de acoger en la ciudad Abierta esculturas donadas por escultores cercanos a la Corporación Amereida y de emplazar otras a realizarse a futuro basadas en las esculturas de José Balcells llevadas por las travesías.

Al mismo tiempo se está generando en los terrenos bajos de Ritoque lo que fue llamado "El pórtico de los huéspedes", que es darle lugar a la dimensión pública de la Ciudad Abierta. Este es un eje que va desde la sala de música, pasando por las celdas hasta la hospedería suspendida.

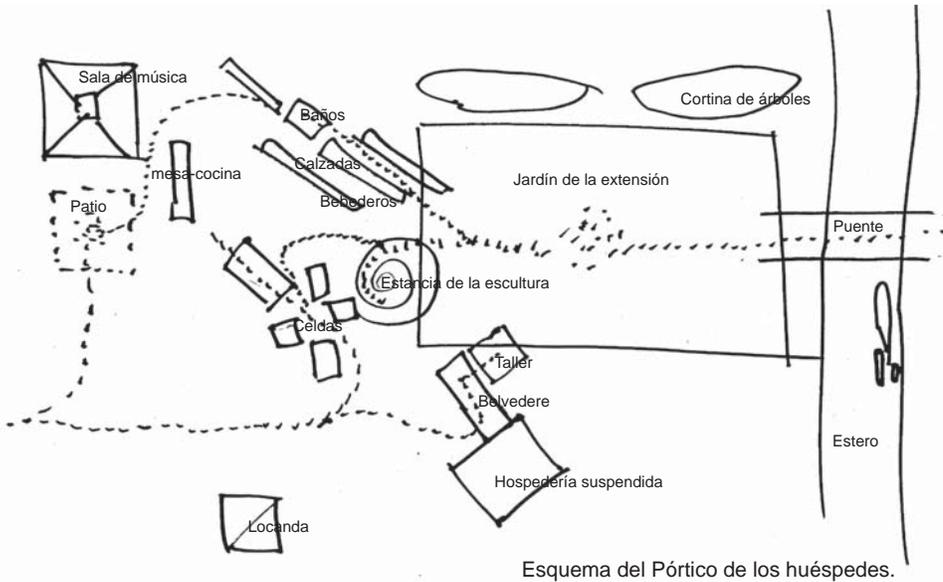
Este eje está actualmente en sus primeros momentos. El taller de obra está construyendo las calzadas de la Estancia de la cultura del cuerpo y se está emplazando fuera de las celdas una escultura de José Balcells en lo que se denominó Estancia de la escultura.

También se está trabajando en el diseño de la galería y el taller de la Hospedería suspendida.

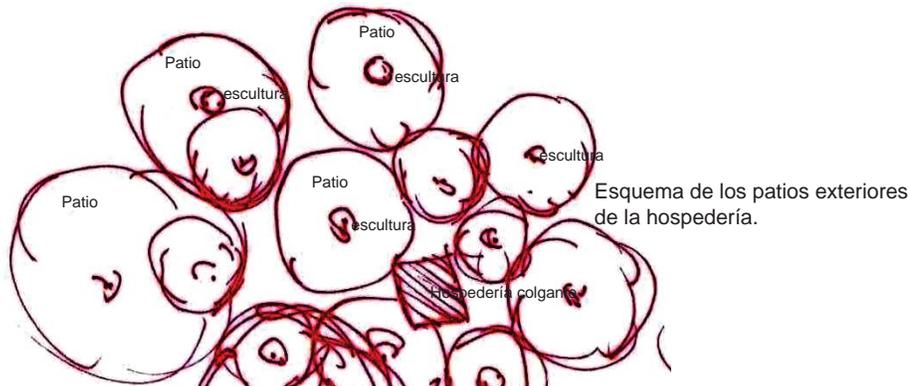
De esta misma intención nace la idea de construir los patios exteriores de la Hospedería suspendida.

Se intenta concretar la situación de comarca, armar la relación de totalidad, de conjunto, entre cada uno de los momentos de este eje.

Se piensa que estos patios podrían darle lugar a las esculturas.



Esquema del Pórtico de los huéspedes.

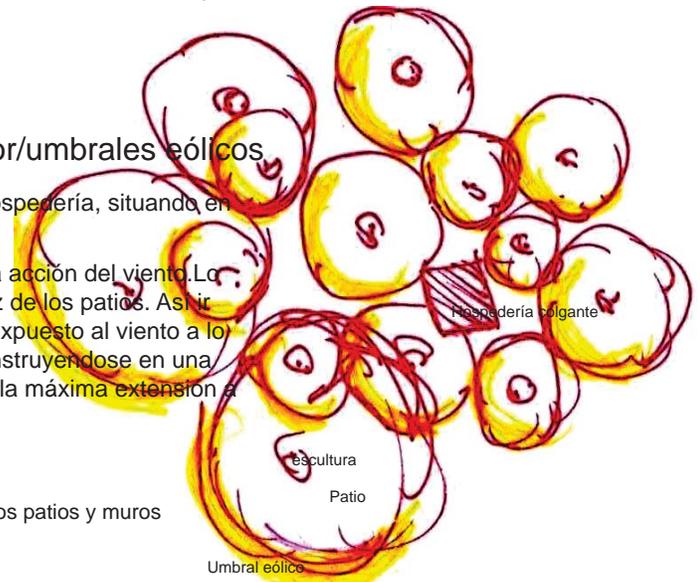


Esquema de los patios exteriores de la hospedería.

## 10.3. Zonificación patios escultóricos/graduación exterior/umbrales eólicos

La intención es armar una relación de patios circulares alrededor de la hospedería, situando en cada centro una escultura.

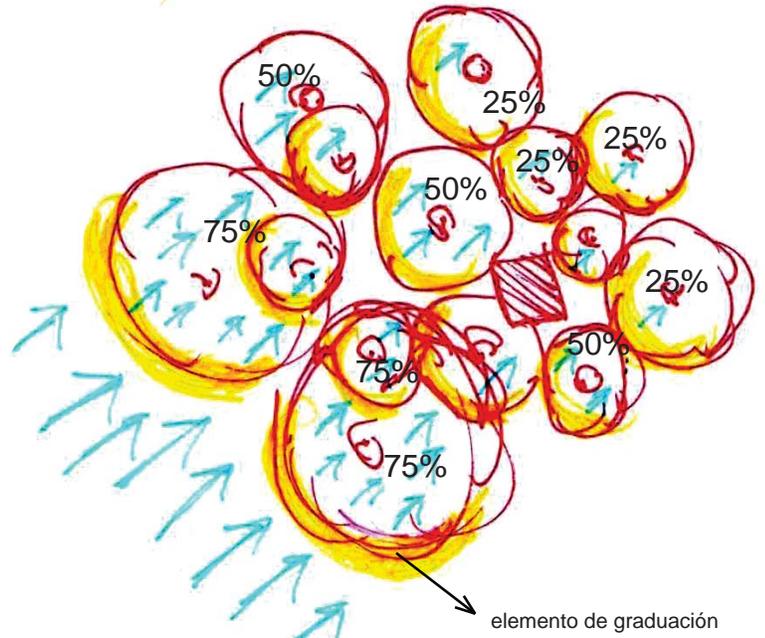
Estos patios, de arenas vivas, estarían expuestos de distintos modos a la acción del viento. Lo que se quiere es lograr una graduación de los vientos que pasan a través de los patios. Así ir generando distintas intencidades e instancias de exterior, desde lo más expuesto al viento a lo más protegido. Esto en relación a la generatriz de la hospedería de ir construyéndose en una graduación de capas desde lo más exterior a lo más interior, de la luz de la máxima extensión a la penumbra de la habitación.



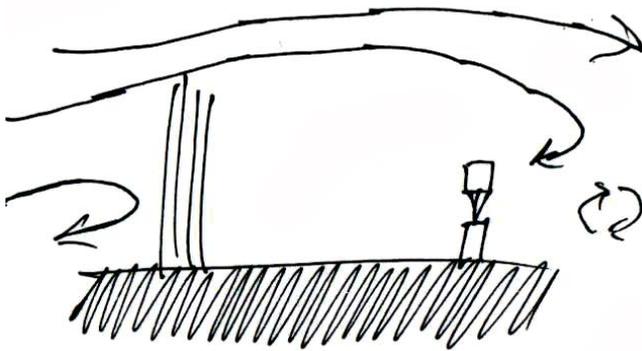
Esquema de los patios y muros

Umbral eólico

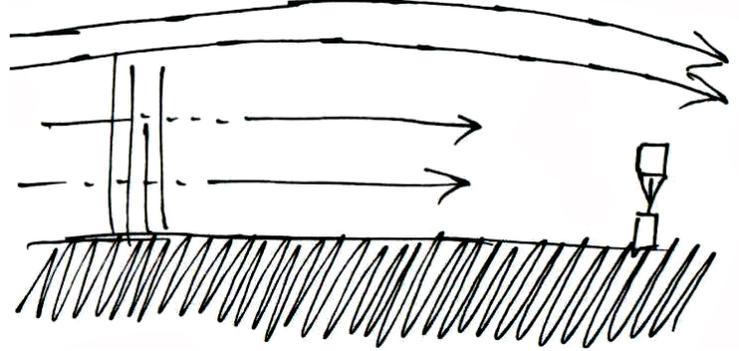
Se piensa en unos elementos, dispuestos en los bordes de los patios, estos irían recibiendo los vientos predominantes y graduándolos a través de ellos. Así la velocidad de un viento que llega al patio más exterior sería disminuida por este elemento, pasaría por el patio y llegaría al segundo umbral con menor intensidad, sería graduado nuevamente, disminuyendo progresivamente la velocidad al pasar por cada patio. Por ejemplo un viento SW que llega a 20 km/h, en el primer patio sería de 15 km/h, en el segundo de 10 km/h y en el tercero de 6 km/h.



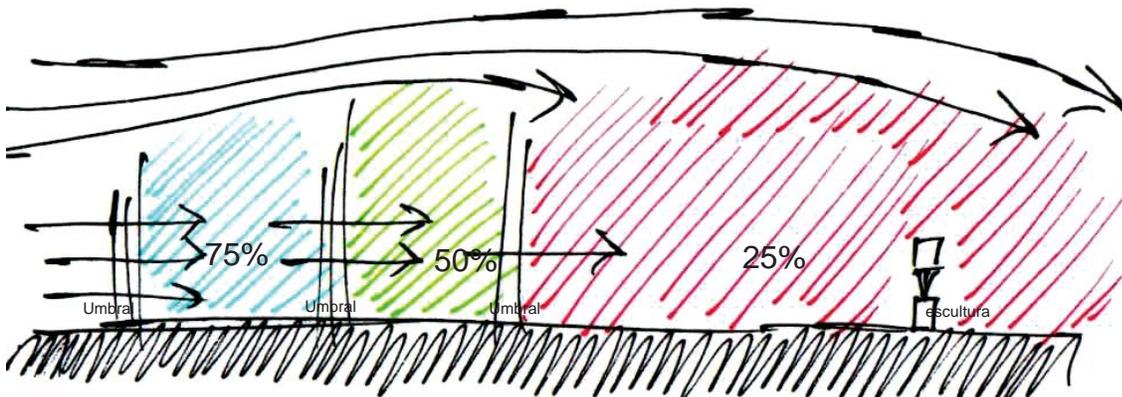
### Umbral Eólico



Un elemento impermeable disminuye bastante la velocidad pero protege una menor distancia por lo que habría que ubicarlo más cerca de la escultura e interfiere visualmente.



Un elemento permeable protege mayor distancia por lo que se puede ubicar más lejos de la escultura y es más transparente visualmente.



Una sucesión de umbrales permeables va disminuyendo progresivamente la velocidad del viento

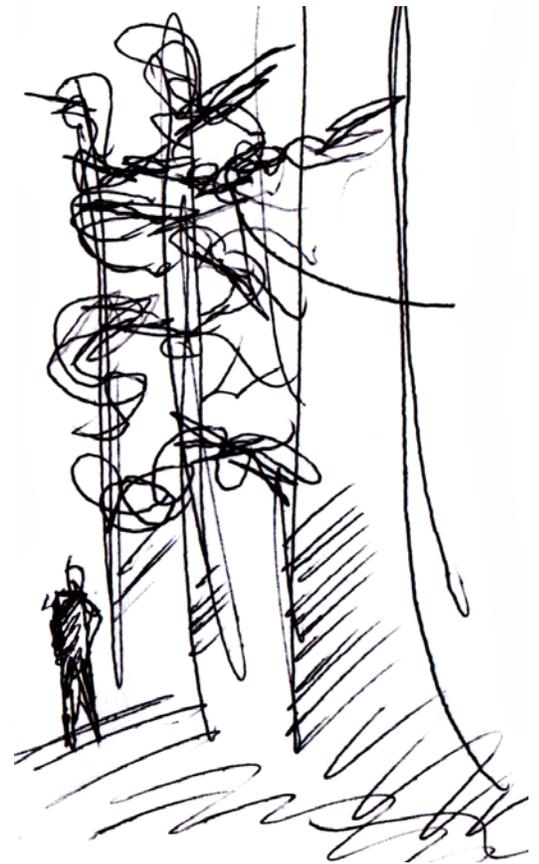
A.-Es perímetro

Es perímetro del patio escultórico. Construye el distingo vertical entre un patio y otro. Al mismo tiempo genera distancias entre una escultura y otra, no veo todas las esculturas al mismo tiempo.

B.-Es elemento de graduación

El umbral eólico sería del orden de los elementos semipermeables, para cubrir un área tal que le permita armar relación con el umbral del patio siguiente.

Disminuye la velocidad del viento, generandole a cada patio un ambiente eólico particular. Y arma una relación de conjunto



El árbol presenta la porosidad y el movimiento.



El umbral es el límite de aproximación a la escultura, la distancia máxima dentro de su patio.

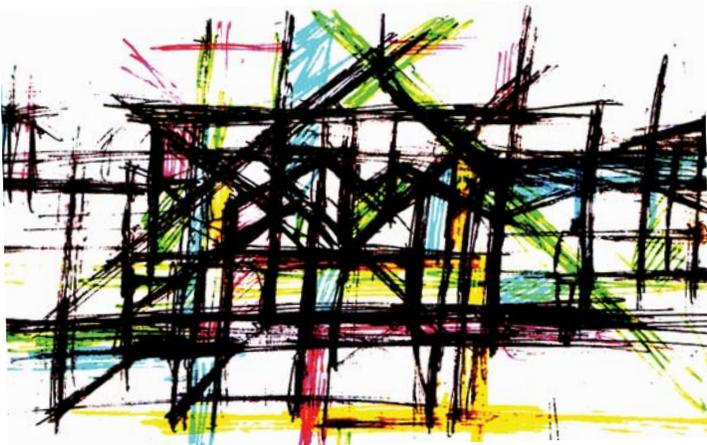
## C.-Es testigo del viento

### MOVIMIENTO.

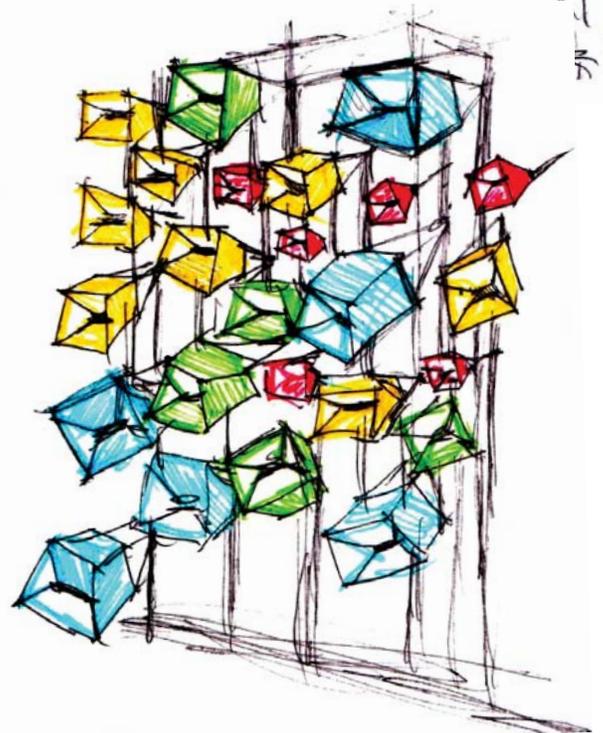
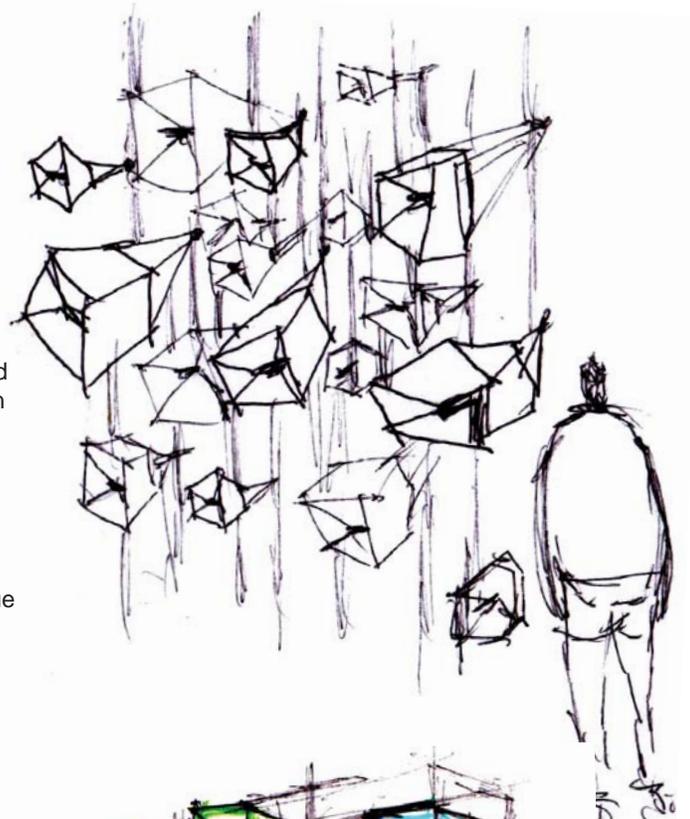
El umbral debería tener la condición de movimiento, y debería actuar de distinta manera con las distintas intensidades de viento. Con un viento leve debería desplegarse una parte del muro, al acelerarse el viento se le suma otra protección, y al haber viento de mayor intensidad debería actuar el muro por completo. Estos distinguos son una condición reconocible al ojo, por lo que se podría saber al mirar el muro, la intensidad del viento..

### COLOR

Se piensa que el umbral tenga relacion con el color. Especies de celosías arman una trama semi permeable en la que los colores también forman parte de este testimonio eólico, por ejemplo que los distintos vientos tengan distintos colores y formen combinaciones particulares.



Umbral de celosías pictóricas



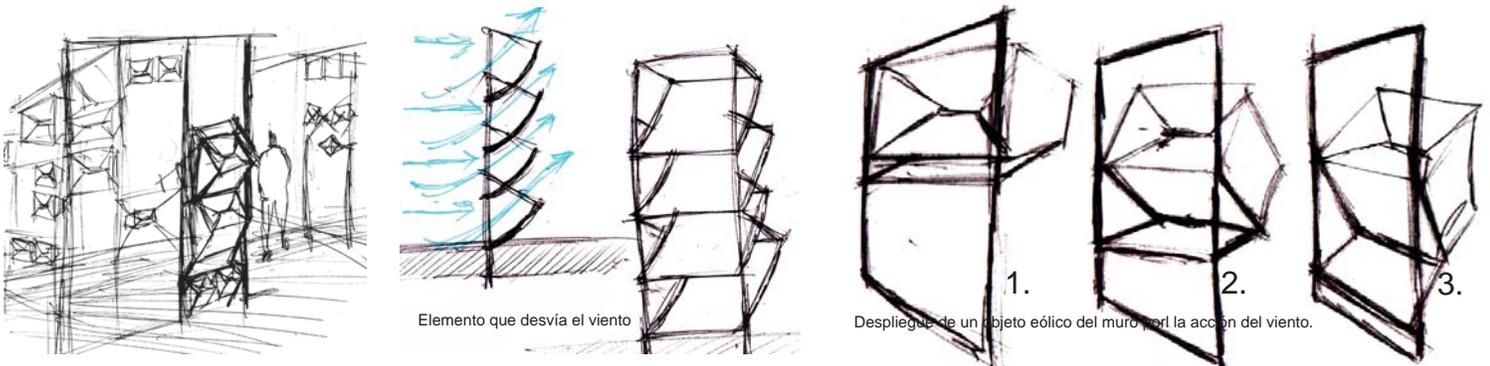
Primeras proposiciones de los umbrales, aparece el movimiento y el color

## 10.4 Patios escultóricos



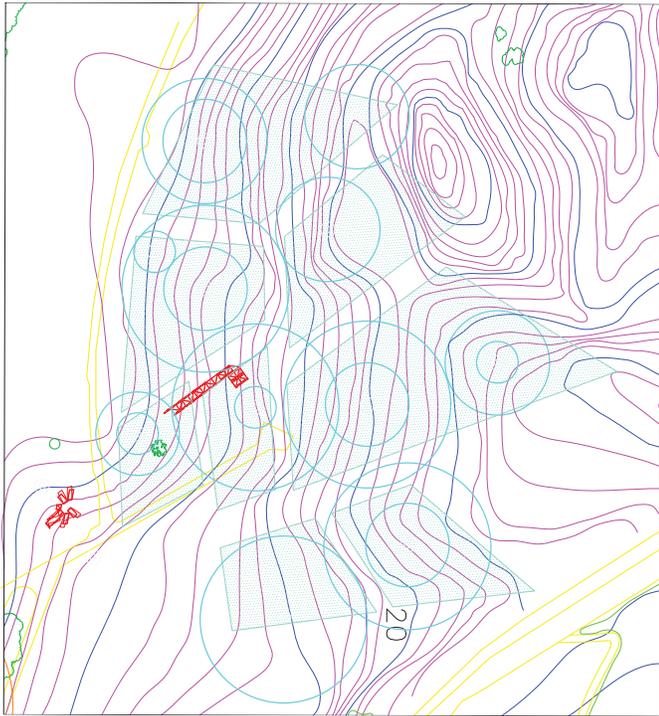
Vista hacia el NE de la situación de los patios y umbrales.

Se piensan estos patios como patios de arenas vivas. Ante la pregunta de cómo construir la levedad necesaria para que la arena y el viento hablen, se retoma el estudio de los objetos colocados en la duna. Se propone construir los suelos desde distintos elementos puestos en los patios para que que el viento de cuenta de su testimonio dibujando las arenas a través de la acumulación y el socavamiento. Así el testimonio público del viento estaría presente tanto en elevación como en planta.

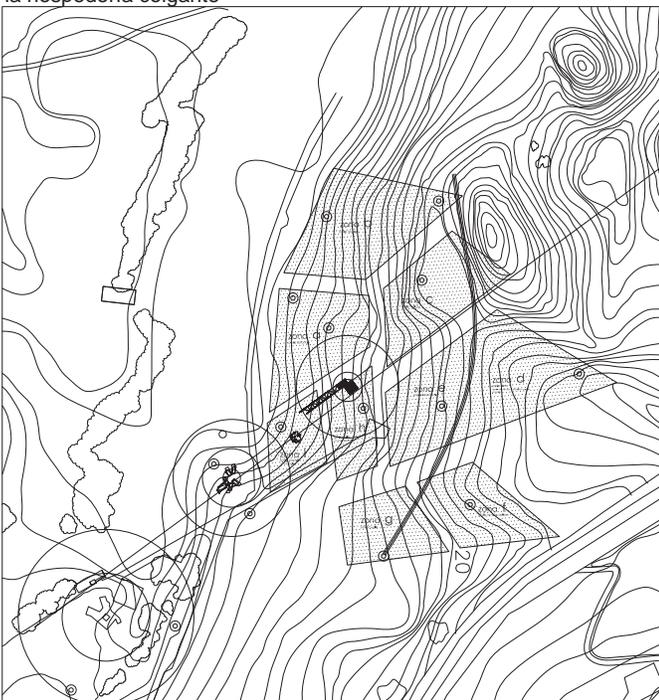


Primeras ideas de los umbrales eólicos

## 10.5 Zonificación de los patios escultóricos y graduación de los umbrales eólicos



Planta de ubicación y tamaño de los distintos patios y su relación con la hospedería colgante



Plano de zonificación de los patios de las esculturas.

Se hace una primera zonificación del exterior de la hospedería suspendida y se estudian posibles lugares para el emplazamiento de las esculturas.

Se arma una relación entre los patios escultóricos a partir de las distancias de protección de los umbrales eólicos y de la reducción de velocidad que estos producen. Se piensa en una altura promedio de los umbrales de 2,5 metros y un largo determinado por el tamaño del patio a proteger.

Se coinciden distintos tamaños de patios y distintas distancias entre los umbrales y las esculturas. Cada patio se vería afectado por condiciones particulares de orientación y altura, y por distintas intensidades de viento.

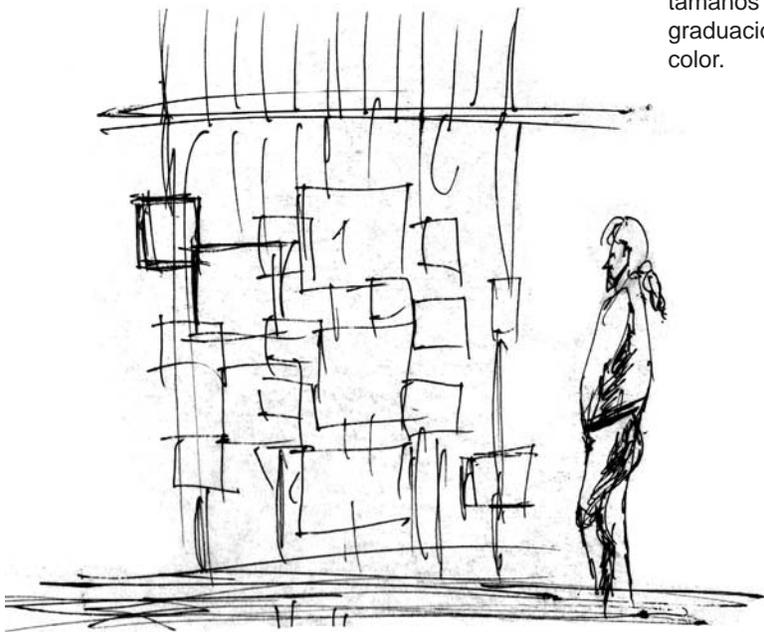
El propósito es ir graduando progresivamente el viento desde las áreas más expuestas a las más protegidas.

La distancia que protege un umbral tiene relación con la altura y la permeabilidad de este. Por ejemplo un umbral semi-permeable de 2,5 metros de altura que recibe un viento de 20 km/h reduce la velocidad en un 55% a una distancia de 2 veces la altura, o sea a 5 metros de distancia la velocidad sería de 11 km/h

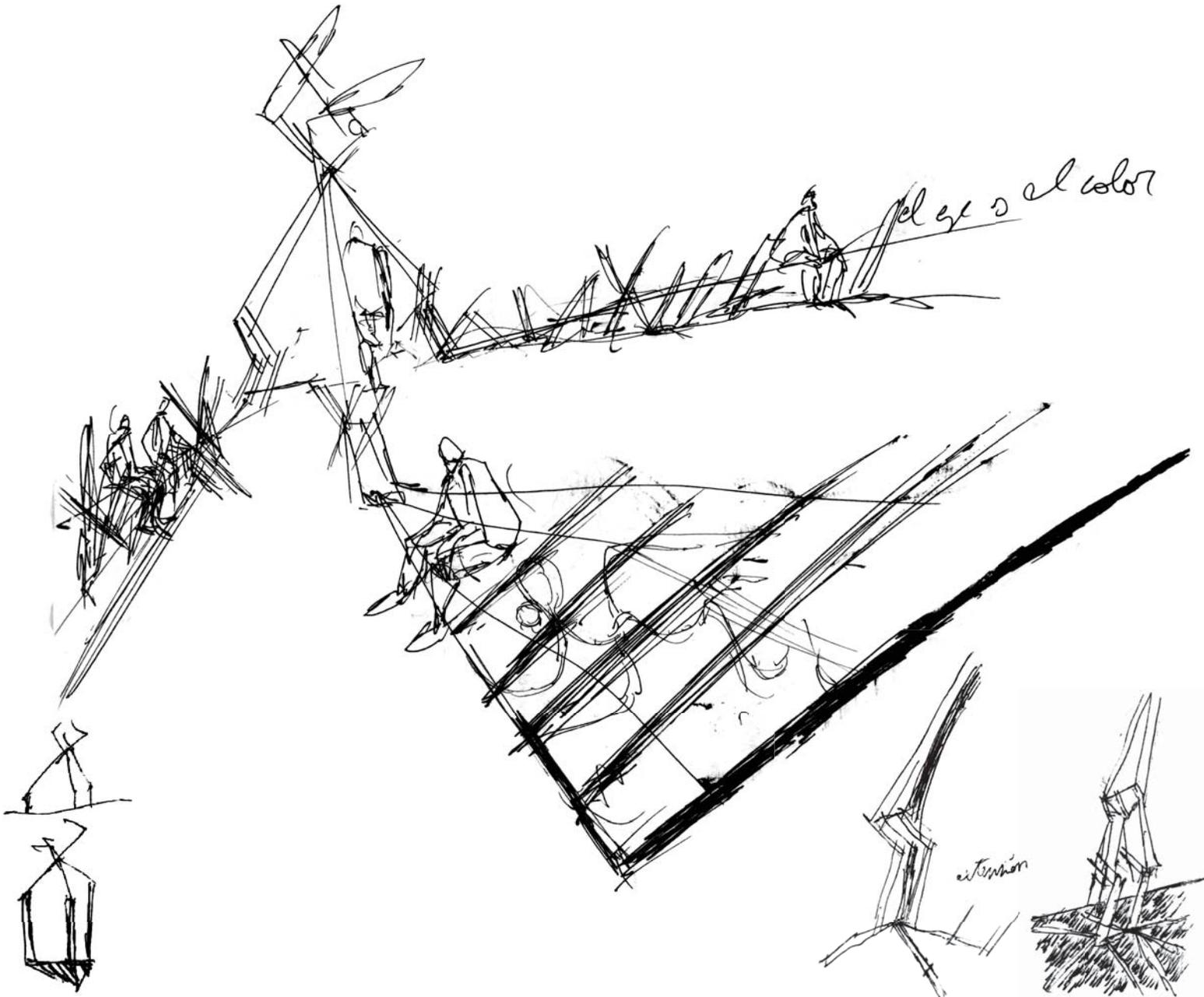
### 10.6 Exposición final Título 3.



Para la exposición final del Título 3 se arman láminas cuadradas de distintos tamaños y colores para tener una referencia del tamaño de los muros de graduación del viento. Se presenta también una primera idea de color y forma.

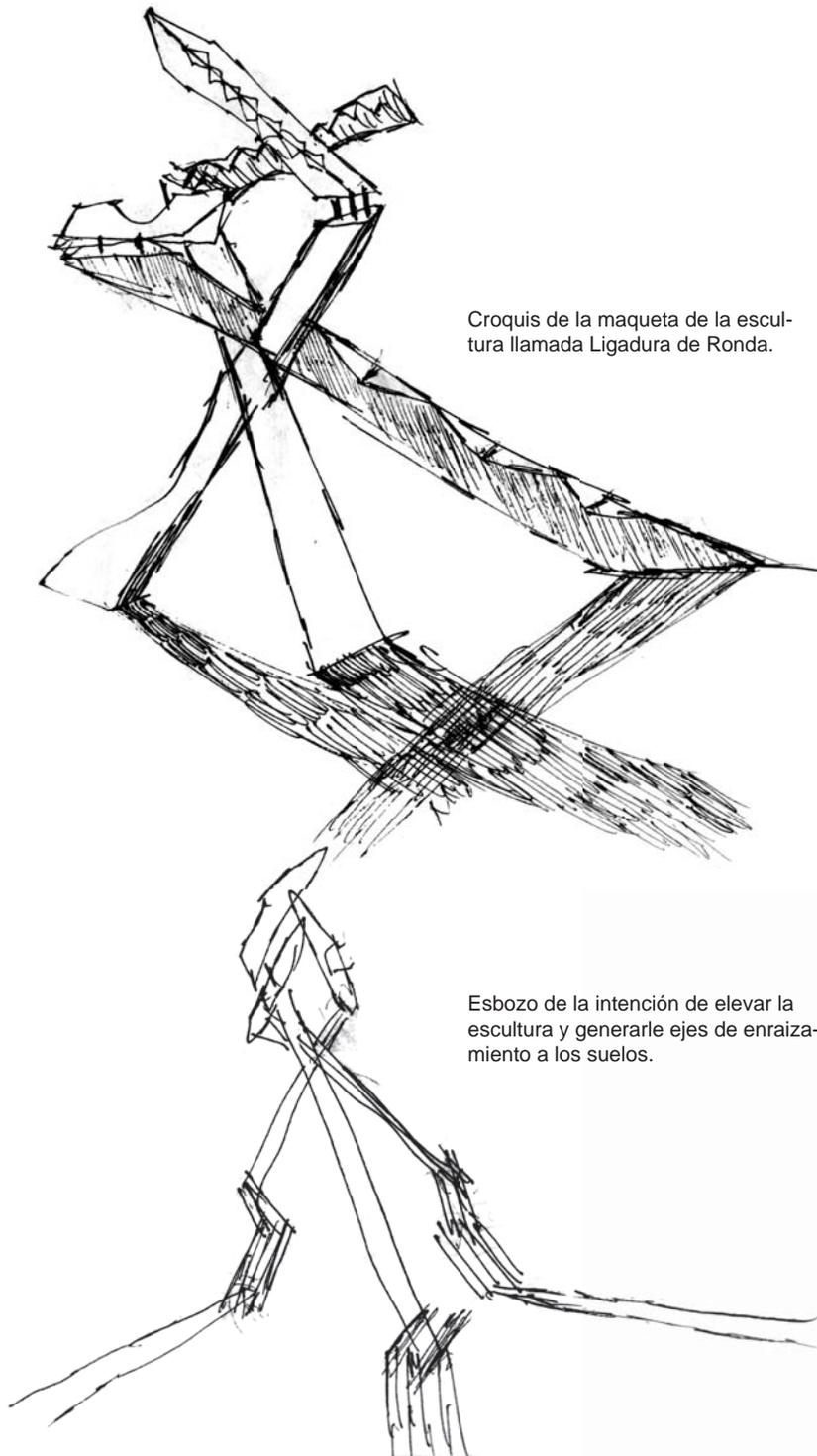


11. Anexo 1/Emplazamiento de una escultura/Travesía Puerto Williams 2006



# ESCULTURA LIGADURA DE RONDA.

La generación del lugar en la naturaleza desde el emplazamiento de una escultura



Croquis de la maqueta de la escultura llamada Ligadura de Ronda.

Esbozo de la intención de elevar la escultura y generarle ejes de enraizamiento a los suelos.

## Contexto.

Los talleres de primer año de Arquitectura y Diseño más el taller de tercer año de Arquitectura de la Escuela, realizan una travesía a Puerto Williams en Noviembre del año 2006. Son aproximadamente 150 personas entre alumnos y profesores. Se cubre una gran distancia en avión desde Santiago hasta Punta Arenas, luego se continúa en bus, se cruza el estrecho de Magallanes en barcaza y se atraviesa Tierra del fuego para llegar a uno de sus extremos en Usuahia, Argentina. Desde aquí se cruza el canal Beagle en un zodiac capaz de transportar grupos de hasta 8 personas, para llegar a Puerto Navarino, desde donde vehículos municipales nos transportan hasta Puerto Williams. El grueso de la Travesía se instala en un colegio y arma carpas en el gimnasio.

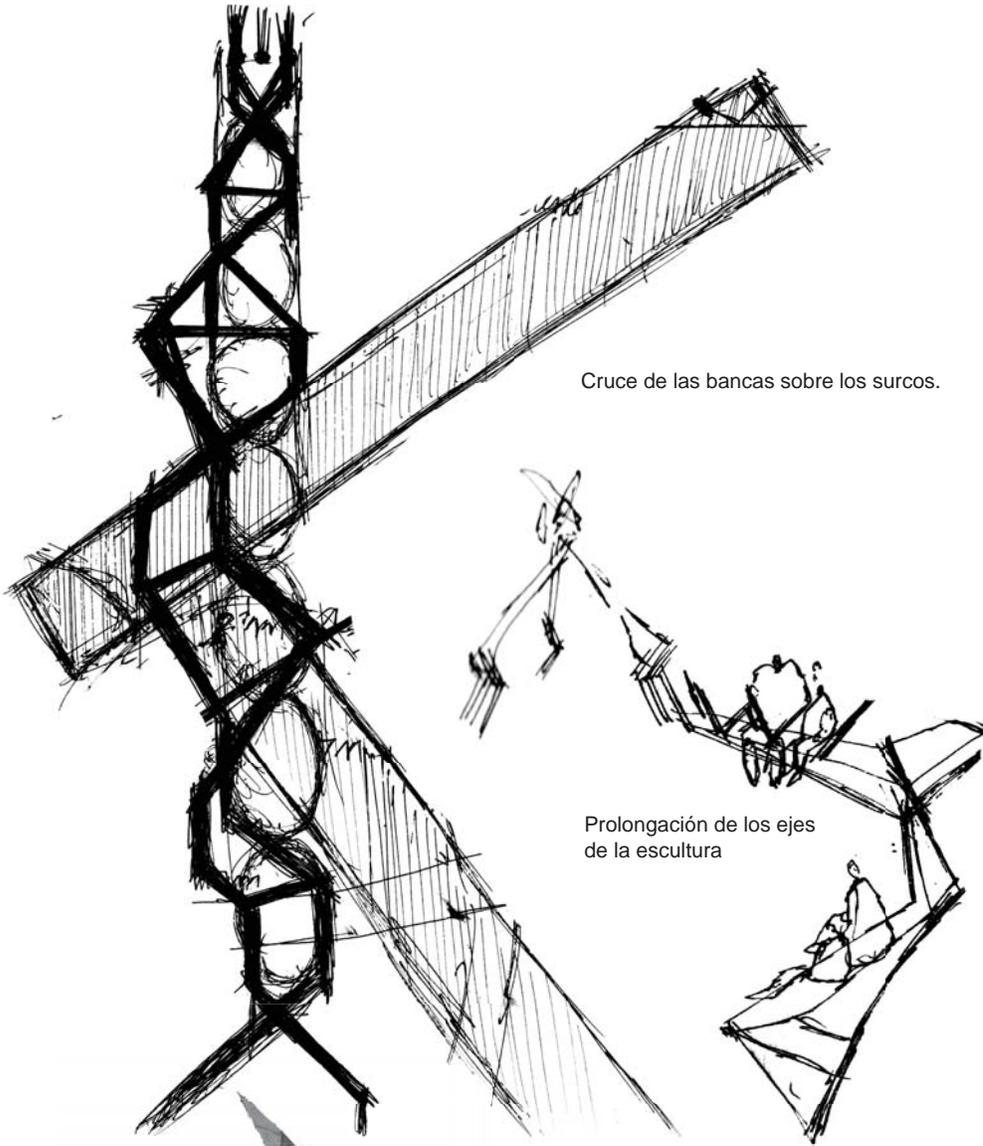
## Caso.

1. Se determina como lugar de la obra el Parque Ukika, un paseo agreste junto al río Ukika y cercano a una población donde viven las últimas familias descendientes de los Yámanas, los habitantes originarios de la isla Navarino.

2. La obra total consiste en darle forma a este parque largo, lo que se intenta desde la construcción de sus dos extremos de acceso (un refugio-portería al ingreso, y una escala con miradores a la salida) y de algunos puntos intermedios con signos escultóricos que aparecen levemente entre la naturaleza y una zona de estancia con terrazas junto al río.

3. Se va a esta travesía también, con la intención de construir y emplazar una escultura diseñada por José Balcells, para lo cual se lleva una maqueta y los planos de la escultura.

4. Se decide como lugar para la escultura la parte más alta de una pequeña lomita que se forma al salir del parque por la escala-mirador.



Cruce de las bancas sobre los surcos.

Prolongación de los ejes de la escultura

5. A cargo de la construcción de la escultura estuvo Jaime Reyes (diseñador y poeta de la escuela). La escultura fue construida con madera de lenga conseguida en un aserradero de la zona. Está constituida por maderos de sección triangular, los ángulos le fueron dados con motosierra, luego se hizo todo el proceso de corte, lijado y perforación de las piezas que están unidas con tuvos de fierro, hilo, golillas y tuercas.

6. Formalmente la escultura es un trípode auto-equilibrado cuyo encuentro superior genera un núcleo vacío, envuelto entre los tres brazos que giran.

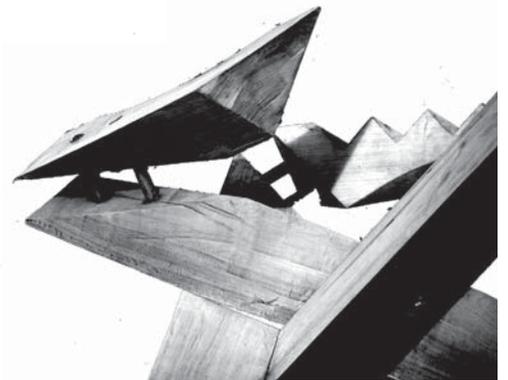
7. Las proporciones de la escultura muestran que es un poco más extendida que alta. Para darle mayor presencia en la naturaleza se piensa emplazarla elevada, para lo cual se diseñan unas extensiones que salen de sus tres patas y la levantan.



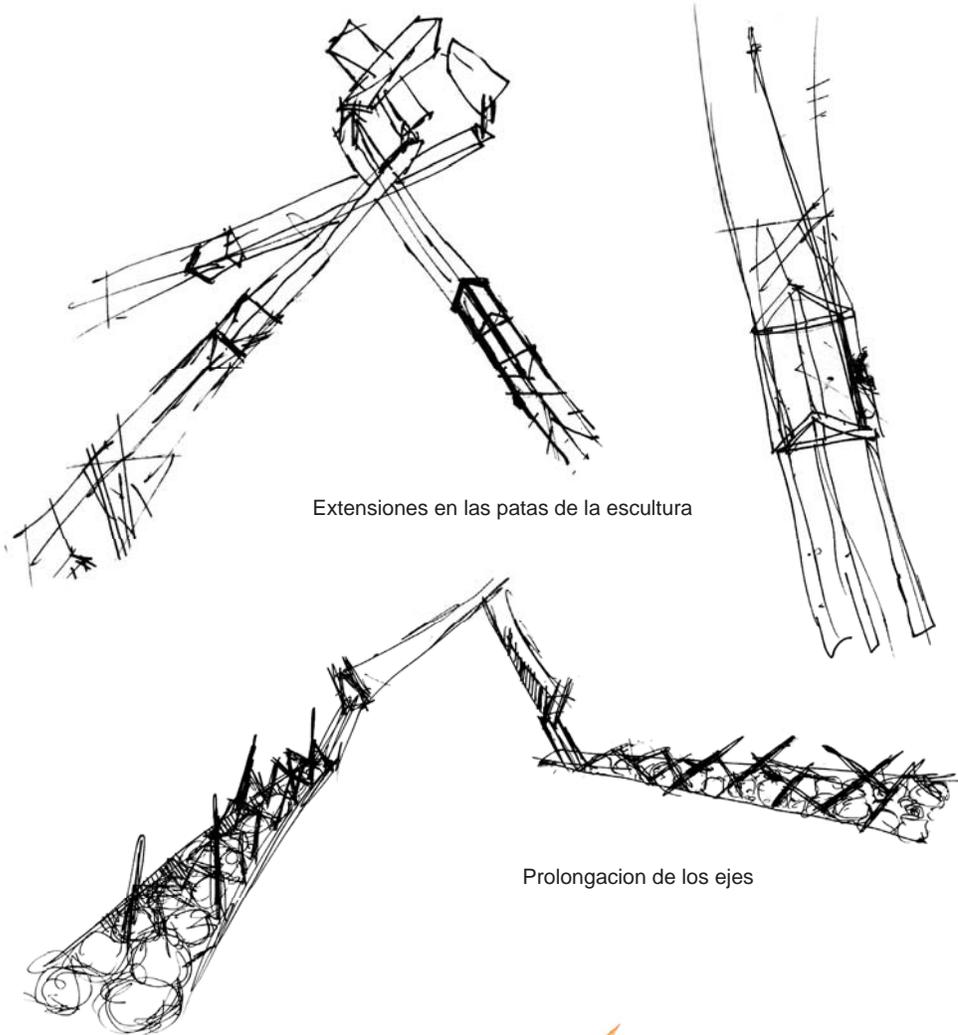
Encuentro de los tres ejes de la escultura



Detalle del núcleo vacío



Detalle de las uniones



Extensiones en las patas de la escultura

Prolongacion de los ejes

8. Se quiere que la escultura genere y abra el lugar, para lo cuál se intenta que cada uno de sus patas construye un eje que se extiende, recorre y mide el lugar.

9. Estos ejes se constituyen como surcos rellenos con piedras, con ancho de vereda pequeña. Se encuentran con los troncos y raíces del lugar, pasan por ellos y se quiebran.

10. Las extensiones se hacen con perfiles de fierro, recolectadas con mucha dificultad en las casas del pueblo. Debido a la condición de isla, los materiales escasean.

11. Las extensiones se fundan entrando en los surcos y trancadas con las piedras de relleno.

12. Los ejes son atravesados por bancas y apoyos construidos con los restos de madera de la escultura.



Final del acto de inauguración del Parque Ukika. Los alumnos entorno a la escultura.



Extensiones y enraizamiento de la escultura.

## BIBLIOGRAFÍA

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UCH. El Arrastre. <http://macul.ciencias.uchile.cl/~rferrer/aerotot/node26.html>

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UCH. Separación del Flujo. <http://macul.ciencias.uchile.cl/~rferrer/aerotot/node33.html>

Efectos de parámetros estructurales de cortinas forestales en la reducción del viento, en la provincia de Santa Cruz, Argentina  
[http://fcf.unse.edu.ar/pdf/Quebracho/q6\\_02.pdf](http://fcf.unse.edu.ar/pdf/Quebracho/q6_02.pdf)

Escuela de Ingeniería de Antioquía. Flujo laminar y turbulento. [http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/laminar\\_turbulento.htm](http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/laminar_turbulento.htm)

Facultad de Ciencias Agronómicas de la UCH. Origen Dunas. <http://www.antumapu.cl/webcursos/cmd/11999/hugfupac/condun3.htm>

Física Conceptual. Paul G. Hewitt. tercera edición.

Gobierno de Santa Cruz, Argentina. Dirección de Conservación de Suelos Consejo Agrario Provincial. Tipos de Dunas.  
<http://www.santacruz.gov.ar/recursos/erosion/erosion.htm>

Nimbus weather services. El Viento. Capítulo 7. <http://nimbus.com.uy/weather/pdf/cap7.pdf>

R.A.M. Revista del aficionado a la meteorología. Vortices de Von Karman. <http://www.meteored.com/ram/643/calle-de-remolinos-o-vortices-de-von-karman-fenomenos-atmosfericos-nubosos-a-sotavento-de-islas-i-a/>

Taller de Investigaciones arquitectónicas de la Escuela de Arquitectura de la U.C.V. Experiencia Proyecto Escuela Naval.

Wikipedia Principio de Bernoulli.. [http://es.wikipedia.org/wiki/Principio\\_de\\_Bernoulli](http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Bernoulli)

Wikipedia Efecto Venturi.. [http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_Venturi](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Venturi)

Wikipedia. El Número de Reynolds. [http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero\\_de\\_Reynolds](http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_de_Reynolds)

Wikipedia. Perfil Alar. [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

## *COLOFÓN*

*Esta carpeta fue impresa en Diciembre del año 2008, en Hilado 9 , en formato carta con una impresora Epson Stylus C65. Se utilizó tipografía Arial en los tamaños 6,6,8,9,10,11,12,14,16,18,24 y 40, en versiones normal, cursiva y bold. La carpeta es empastada en la Facultad de Arquitectura y Diseños de la P.U.C.V.*