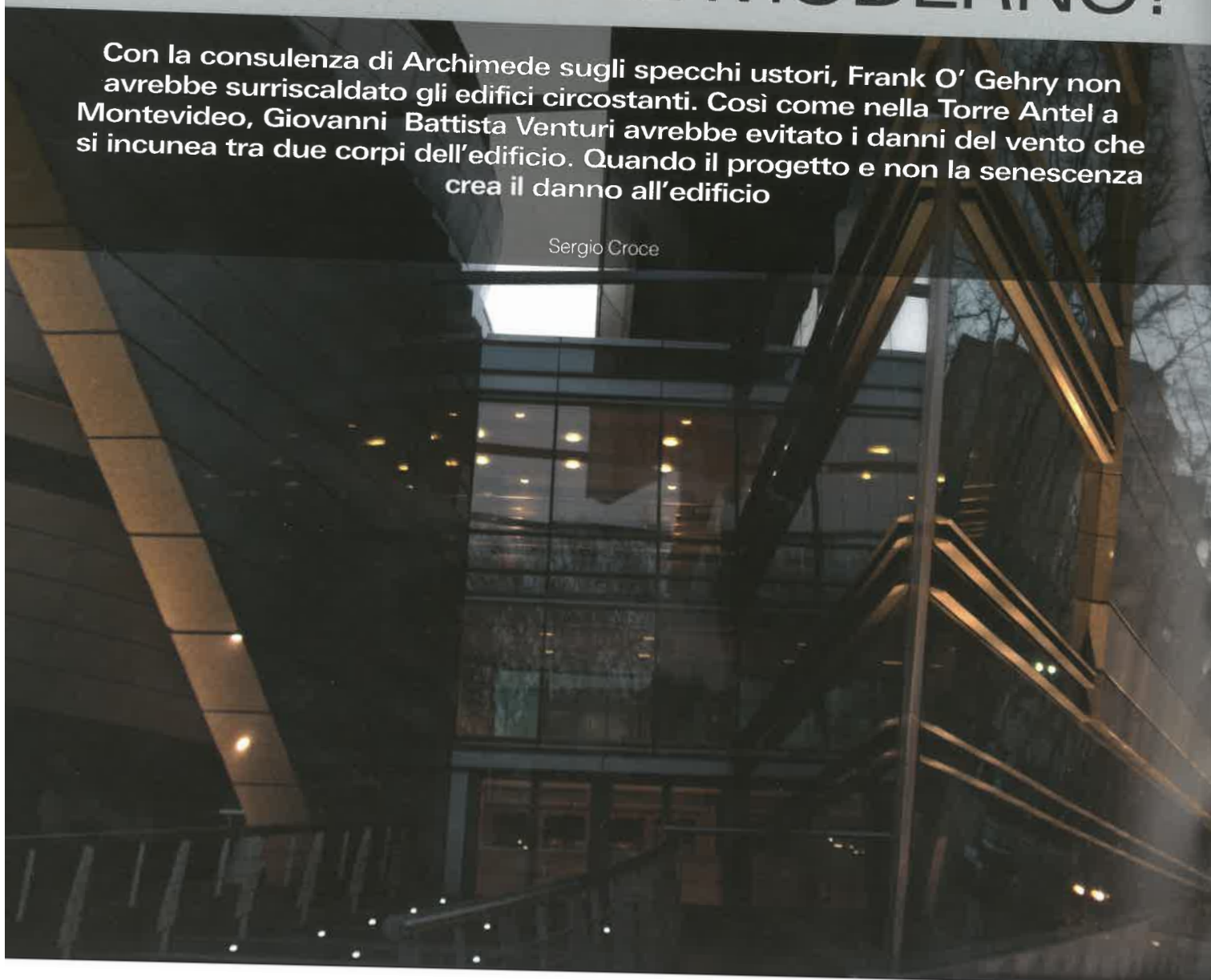


PATOLOGIE DEL MODERNO?

Con la consulenza di Archimede sugli specchi ustori, Frank O' Gehry non avrebbe surriscaldato gli edifici circostanti. Così come nella Torre Antel a Montevideo, Giovanni Battista Venturi avrebbe evitato i danni del vento che si incunea tra due corpi dell'edificio. Quando il progetto e non la senescenza crea il danno all'edificio

Sergio Croce



L'ambiente dal punto di vista fisico può essere interpretato come un universo di segni e di segnali che, oltre che incidere sulla sensorialità dell'uomo, è anche potenzialmente in grado di stimolare e determinare reattività dell'organismo edilizio e in particolare dell'involucro. In particolare l'involucro, nella sua interpretazione funzionale, oltre che avere il compito di reagire opportunamente ai segnali ambientali al fine di mantenere la sua integrità nel tempo, costituisce lo strumento di potenziamento, depotenziamento, trasformazione e re-immissione in ambiente di tali segnali. Il modo di reagire a tali stimolazioni, da parte dell'organismo edilizio, influenza fortemente le condizioni ambientali non solo interne, ma anche esterne.

L'involucro diventa quindi un generatore di segnali (termici, acustici, luminosi) dalla cui graduazione e modulazione progettuale dipende l'attivazione di condizioni ambientali confortevoli.

Fino ad ora la ricerca e le attenzioni progettuali si sono concentrate sugli effetti di tali segnali sulle condizioni interne. Si è data infatti prevalenza alla interpretazione dell'involucro come elemento di difesa e di controllo delle condizioni interne in presenza di situazioni di contesto sfavorevoli o critiche. Meno indagato è il tema della influenza degli edifici, nella loro complessità geometrica e materica, sull'ambiente circostante. È indubbio infatti che le superfici esterne dell'involucro immettano nell'ambiente esterno segnali termici, acustici, luminosi che tendono a modificare l'esito integrato di qualità ambientale che si determinerebbe nello stesso sito in assenza di edificazione. È noto che l'attuale sviluppo urbano addensato è responsabile dell'attivazione del fenomeno denominato "isola climatica urbana". Tale fenomeno si caratterizza per una consistente alterazione degli eventi climatici e determina notevoli influenze sul regime di inquinamento.

ERRORI DI PROGETTO

Walt Disney Concert Hall a Los Angeles

Epoca edificio: inaugurato nell'ottobre 2003. **Rivestimento involucro:** 21.000 m², pannelli in lamiera acciaio inox, distribuiti in 6100 pezzi.

Superficie involucro: curva, in parte acciaio inox lucido, in parte acciaio inox spazzolato. **Sistema costruttivo rivestimento:** il sistema costruttivo si differenzia nella versione solo rivestimento dalla versione con funzione di isolamento termico e di tenuta all'aria e all'acqua: nel primo caso il pannello è agganciato alla sotto-struttura lasciando un'intercapedine ventilata, nel secondo caso vengono aggiunte delle schiume poliuretatiche.

Elementi dell'involucro coinvolti	Cause	Effetti	Correzione adottata
Superfici curve, acciaio inox lucido	Radiazioni riflesse	<ul style="list-style-type: none"> - Abbagliamento. - Surriscaldamento all'interno degli edifici circostanti. - Aumento della temperatura delle superfici irradiate (60°C). - Valori di specularità delle superfici > 300 GU (valore di riferimento consigliato 100 GU). - Luminanza = 12.000 cd/m². - Valore della temperatura in corrispondenza dei fuochi generati dalle superfici concave, 150 - 170 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervento: satinatura delle superfici interessate con strumenti abrasivi di tipo vibrazionale e orbitale. - Epoca: marzo 2005 (un anno e mezzo dopo l'inaugurazione). - Durata: 6 settimane. - Costo: 90.000 \$ (costo complessivo dell'edificio 274.000.000 \$).

Torre delle Telecomunicazioni Antel a Montevideo

Epoca edificio: completato nel 2003. **Sup. utile:** 9459 m². **Altezza:** 160 m (35 piani)+antenna alta 40 m. **Struttura:** c.c.a. e acciaio **Involucro:** vetro e alluminio

Elementi di contesto ambientale	Porzione di edificio interessata	Effetto	Patologia
Generale: zona fortemente ventosa	Torre	Struttura elastica	Oscillazione verificate (analoga a quella di edifici comparabili)
Caso specifico: 2005, uragano con vento a 160 km/h	Facciata del corpo basso strutturalmente più rigida, ma meno esposta al vento	Effetto Venturi indotto da una quinta posizionata tra la torre e l'edificio più basso: si verifica un'accelerazione della velocità del vento ed un effetto di suzione	Rottura e asportazione completa della lastra esterna dei pannelli del vetrocamera

Certamente un approccio alla progettazione urbana maggiormente conscio delle influenze che una specifica articolazione urbana ha nei riguardi della alterazioni climatiche avrebbe la possibilità di influire positivamente sul problema e migliorare il clima delle nostre città.

Così pure una valutazione dell'impatto che un edificio determina sulle condizioni degli spazi circostanti consentirebbe di migliorarne l'usufruità.

Il tema è naturalmente molto complesso, ma forse i due casi che qui di seguito si presentano evidenziano in modo paradigmatico i rischi di una disinvoltata prassi progettuale, che non assegna la giusta importanza alle analisi di impatto ambientale sulle zone esterne all'edificio.

Il primo caso è il Walt Disney Concert Hall di Los Angeles di Gehry che ha avuto in America una notevole copertura mediatica e che ha richiesto consistenti interventi di correzione.

Il secondo caso è costituito dal complesso Antel di Montevideo dove apparati architettonici scenografici hanno determinato pesanti aggravamenti della usufruità degli spazi di transito esterni in presenza di vento oltre che danni agli edifici.

Come vedremo i casi celano una perdita di conoscenze elementari che Archimede e molti secoli dopo Venturi avevano depositato nella storia delle scienze e delle tecniche ingegneristiche.

I due casi evidenziano infatti un utilizzo improprio delle "lenti ustorie" e dell'"effetto venturi".

Il Walt Disney Concert Hall, Los Angeles

Le superfici degli edifici quando investiti dalla radiazione solare, in funzione delle loro caratteristiche di assorbimento, della loro texture e del loro assetto geometrico rimettono in ambiente in modo differente una parte più o meno consistente di tale radiazione. Per quanto riguarda la luce, in termini sommari, si può dire che la riflessione in ambiente generata dal comportamento delle superfici può essere del tipo diffuso o speculare

In presenza di specifiche conformazioni delle superfici la riflessione speculare può essere di tipo concentrato (superfici concave), di tipo perfettamente speculare (superfici piane), di tipo deconcentrato (superfici convesse).

Negli Stati Uniti vi è una forte corrente di pensiero che spinge a trattare le superfici degli edifici e ultimamente anche quella dei marciapiedi e addirittura delle strade con colori chiari o riflettenti sia per aumentare l'albedo delle città sia per ridurre gli effetti termici dell'isola urbana dovuti alla radiazione solare in stagione estiva.

È chiaro che tale messaggio, nelle sue banalizza-

Walt Disney Concert Hall a Los Angeles

L'involucro

Le lastre di acciaio, utilizzate per il rivestimento, sono superfici rullate, quindi con un asse diritto e uno curvo. I profili seguono le isoparametriche della superficie curva; al produttore era stata delegata la risoluzione tecnologica di agganci, sistema di montaggio e chiusure dei rivestimenti. Sono stati necessari cinquanta modelli in 3D per definire le differenti parti dell'edificio. Il rivestimento è costituito da 21.000 m² di pannelli in lamiera di acciaio inox di dimensioni di 1,2 m per 3,0 m circa di spessore variabile, da 5 mm in basso per evitare eventuali deformazioni da urto, a 2 mm in altezza. I raggi di curvatura sono molteplici, la totalità gli elementi ammonta a 6.100 pezzi di cui solo 2.100 sono della stessa tipologia. Il sistema costruttivo si differenzia nella versione solo rivestimento e nella versione isolante aria e acqua: nel primo caso il pannello è agganciato alla sotto-struttura lasciando un'intercapedine ventidata, nel secondo caso vengono aggiunte delle schiume poliuretaniche.



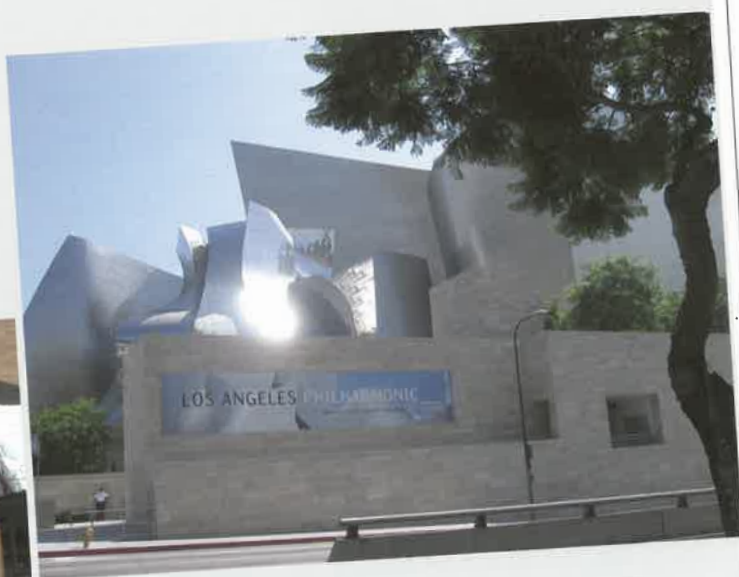
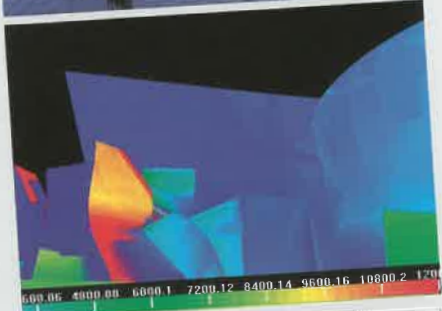
Radiazioni riflesse: la specularità delle superfici

Parte delle superfici generavano fenomeni di abbagliamento, surriscaldamento all'interno degli appartamenti di alcuni edifici circostanti direttamente investiti dalla radiazione riflessa. In corrispondenza dei fuochi generati dalle superfici concave si registravano temperature tali da deformare oggetti in plastica dell'arredo urbano.



Una soluzione provvisoria in attesa della diagnosi

Le superfici che determinavano gli abbagliamenti più consistenti furono subito rivestite con teli. Successivamente fu messo a punto un modello grafico di simulazione, finalizzato a valutare l'andamento dei fenomeni di abbagliamento e surriscaldamento durante il trascorrere dell'anno.



La risoluzione del problema: satinare

Per satinare le superfici vennero utilizzati strumenti abrasivi di tipo vibrazionale e successivamente orbitale. La finitura fu realizzata a mano con carta vetrata finissima e pulizia finale con panni di cotone per eliminare la polvere.



Archimede e gli specchi ustori

Forse non tutti ricordano che durante la seconda guerra punica (218-210 a.C.) la città siciliana di Siracusa, una colonia greca, era stata messa sotto assedio, sia da terra che dal mare, dalle forze romane al comando del console Marcello. Proprio in quel frangente, Archimede avrebbe usato degli specchi per raccogliere e concentrare i raggi solari: puntati contro le quinqueremi di legno romane, i raggi riflessi ne provocarono l'incendio, distruggendo la flotta di Marcello. Gli elementi in mano a chiunque volesse ripetere l'esperimento non sono molti: non ci è giunto nessuno scritto di Archimede sugli specchi ustori. L'unico riferimento alla vicenda è nell'opera dello scrittore Dione Cassio, un autore imperiale del II secolo d.C. In questi scritti si parla dell'impiego degli specchi contro navi che si trovano alla distanza di "un tiro d'arco": un unico specchio di forma esagonale, composto da numerosi e piccoli specchi elementari; e dell'utilizzo di corde per muovere lo specchio in modo da ottenere un angolo di rifrazione che deviasse i raggi del sole "concentrati" sulle navi. Dal punto di vista geometrico, dati i fuochi di una ellisse, via via che il piano che la genera si inclina, l'ellisse diventa sempre più allungata e il secondo fuoco si allontana dal primo. Quando si trasforma in una parabola, il secondo fuoco sparisce (a volte si dice che è andato all'infinito) e non ne resta che uno. E mentre in uno specchio ellittico i raggi che provenivano da un fuoco andavano a finire nell'altro, in uno specchio parabolico i raggi che partono dall'unico fuoco rimasto si riflettono parallelamente all'asse, e viceversa i raggi paralleli all'asse che si concentrano nel fuoco. Quest'ultima proprietà della parabola può essere usata per costruire uno specchio ustorio, ossia uno specchio che concentra i raggi solari (che si possono considerare paralleli data la grande distanza del Sole) nel fuoco, dove possono incendiare del materiale infiammabile.



zione, può al contrario delle attese produrre un peggioramento dell'isola di calore. Il caso della Walt Disney Concert Hall in Los Angeles di Frank Gehry è a questo riguardo esemplare.

L'edificio Walt Disney Concert Hall o dell'effetto "specchio ustorio", inaugurato nel 2003, si caratterizza per le tipiche superfici curve, realizzate nella parte dell'edificio in cui è inserito l'Arts theatre (Redcat) in acciaio inox lucido, al contrario di altre parti realizzate in acciaio inox spazzolato. Dal punto di vista della riflettanza i valori dei due trattamenti divergono di poco: drammaticamente diverso è invece il fenomeno della riflessione.

Subito dopo la costruzione cominciarono infatti a farsi sentire le lamentele degli automobilisti, dei pedoni e degli abitanti degli edifici circostanti.

Alcune superfici generavano non solo fenomeni di abbagliamento, ma anche surriscaldamenti all'interno degli appartamenti di alcuni edifici circostanti direttamente investiti dalle radiazioni riflesse. Si aggiunga che in corrispondenza dei "fuochi" generati dalle superfici concave si registravano temperature tali da deformare oggetti in plastica dell'arredo urbano. Inoltre era nettamente percepibile dai passanti un incremento consistente della temperatura radiante al passare da una zona abbagliata ad un'altra non interessata dal fenomeno.

All'inizio, per ridurre le lamentele e in attesa di decidere su come intervenire, le superfici che determinavano i più consistenti abbagliamenti furono rivestite con dei teli. Successivamente per affrontare il problema furono eseguite alcune misure di temperatura della superficie dei marciapiedi investiti da tali riflessioni: i data logger evidenziarono il raggiungimento di valori attorno ai 60 °C. Nei punti di concentrazione focale furono misurate temperature tra i 150 e 170 °C. Furono eseguite anche analisi relative alla luminanza che raggiungeva valori superiori a 12.000 cd/m². Consistente fu la diffusione mediatica e nel giugno del 2003 il Chief Administrative Office della Contea di Los Angeles incaricò una società di ingegneria di studiare il caso insieme a allo studio Gehry (Foga) e di proporre soluzioni al riguardo. La società di ingegneria incaricata (Sapphos Environmental, inc.) si avvale di un sub-

contraente (Schiler and Associated).

Va notato che il Final Environmental Impact Report del 1999 relativo all'approvazione del progetto faceva riferimento ad un rivestimento in pietra calcarea. La sostituzione della pietra con l'acciaio inossidabile non fu ritenuta tale da determinare problemi, assumendo il fatto che i due materiali avessero la stessa riflettanza una erroneamente non fu tenuto in conto degli effetti della specularità. I livelli di specularità delle superfici raggiungevano valori anche superiori a 300 GU, ben superiori al valore consigliato di 100 GU per le superfici verticali.

Successivamente fu messo a punto un modello grafico di simulazione, finalizzato a valutare l'andamento dei fenomeni di abbagliamento e di surriscaldamento durante il trascorrere dell'anno.

Le analisi condotte evidenziarono situazioni tali da determinare disturbi comportamentali ma non veri e propri impedimenti, inoltre consentirono di individuare le superfici su cui intervenire che risultarono nettamente più grandi rispetto a quelle trattate inizialmente con teli. Due furono le soluzioni alternative individuate: la prima consisteva nell'applicazione di una pellicola e la seconda poi adottata consisteva nel "satinare" le superfici interessate mediante differenti tecniche. Nel novembre 2004 fu emesso il report finale e nel marzo 2005 si diede corso alle operazioni. L'intervento ebbe un costo di \$ 90.000 a fronte di un costo di costruzione di \$ 274.000.000. Prima di dare luogo all'operazione che durò sei settimane, furono eseguiti 10 test che furono sottoposti alla scelta dell'architetto. Il processo di intervento selezionato prevede l'utilizzo di strumenti abrasivi di tipo vibrazionale e quindi orbitale.

La finitura fu realizzata a mano mediante carta vetrata finissima e pulizia finale con panni di cotone per eliminare la polvere.

La torre Antel di Montevideo o dell'"effetto venturi"

Un altro caso interessante di incidenza negativa di formalismi architettonici sulla situazione del microclima a ridosso degli edifici è quello della torre Antel di Montevideo progettato dall'architetto Carlos Ott.

Segue a pagina 1346



A sinistra e al centro, Torre Antel a Montevideo. Nella foto a sinistra è evidente la distribuzione dei volumi che ha creato l'effetto venturi. A destra, Walt Disney Concert Hall: gli effetti di riflessione presenti in una molteplicità di punti; nella foto l'edificio prima della cura.

Torre delle Telecomunicazioni Antel a Montevideo

Vento Forza 12: danneggiamento del curtain wall

Nonostante il vento avesse raggiunto la velocità di 160 km/h e la Torre fosse stata fatta sgomberare per le oscillazioni della struttura, sullo stesso si ebbero solo danneggiamenti dell'involucro "fronte vento", dovuti ad oggetti proiettati dal vento, senza rotture di vetri.



Effetto Venturi come conseguenza dell'errore di distribuzione

La quinta posizionata tra la torre e l'edificio basso produce un'accelerazione della velocità del vento ed un effetto di suzione che ha avuto come risultato l'asportazione delle lastre esterne del retrocamera, dei coprigiunti esterni e delle lastre decorative.



A ridosso della torre: problemi di microclima

L'architettura della parte a terra della Torre Antel è caratterizzata da una serie di quinte scenografiche che influenzano l'azione del vento sia sulla Torre che sugli edifici più bassi

Sull'effetto Venturi

L'effetto Venturi (o paradosso idrodinamico) è il fenomeno fisico, scoperto e studiato dal fisico Giovanni Battista Venturi, per cui la pressione di una corrente fluida aumenta con il diminuire della velocità. È possibile studiare la variazione di pressione di un liquido in un condotto, inserendo dei tubi manometrici. L'esperimento dimostra che il liquido raggiunge nei tubi altezze diverse: minore dove la sezione si rimpicciolisce (in cui aumenta la velocità) e maggiore quando la sezione si allarga (ovvero quando la velocità diminuisce). Dato che la pressione del liquido aumenta all'aumentare dell'altezza raggiunta dal liquido nei tubi manometrici, è possibile dire che ad un aumento della velocità corrisponde una diminuzione della pressione e viceversa, cioè all'aumento della pressione corrisponde una diminuzione della velocità. Con esperimenti appropriati, è possibile notare lo stesso fenomeno nei gas.

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 = k$$

con p =densità; p =pressione;
 v =velocità del liquido
Perché viene chiamato paradosso idrodinamico?

L'Effetto Venturi viene anche chiamato paradosso idrodinamico poiché si può pensare che la pressione aumenti in corrispondenza delle strozzature; tuttavia, per la legge della portata, è solo là che la velocità aumenta in corrispondenza delle strozzature. Quindi se abbiamo un tubo che finisce contro una piastra come in figura e il fluido ha una pressione leggermente superiore alla pressione atmosferica, l'aumento di velocità che la strozzatura crea tra tubo e piastra farà aumentare la velocità a scapito della pressione del fluido. Se la pressione scende al di sotto della pressione atmosferica, la piastra tenderà a chiudere il tubo anziché volare via.

